

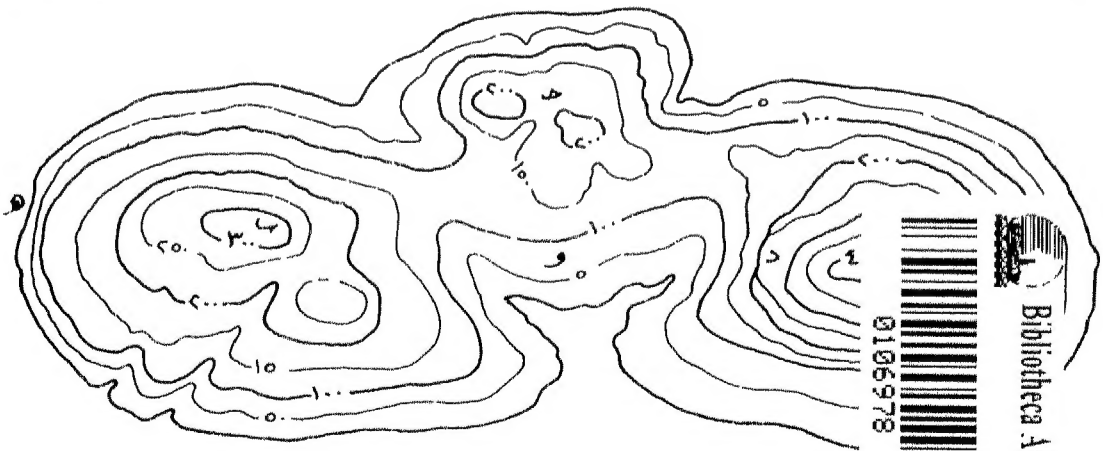
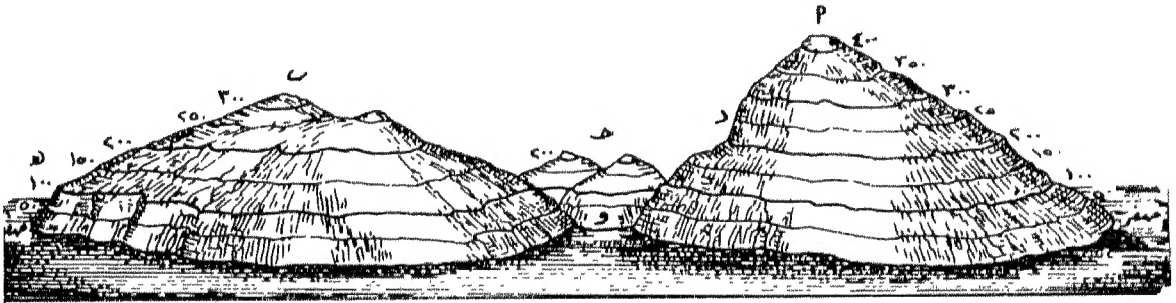
الخرائط الكستورية

تفسيرها وقطاعاتها

دكتور

أحمد محمد مصطفى

قسم الجغرافيا - كلية الآداب
جامعة الإسكندرية



Bibliotheca Alexandrina

دار المعرفة الجامعية
٤٠ ش بورت - الإسكندرية
٤٨٣٠١٦٣ : ت

الفرائط الكنتورية

إنشائها وتفسيرها وتطبيقاتها

الخِرَاطُ الكُتُورِيَّة تفسيرها وقطاعاتها

دكتور
أحمد محمد مصطفى
قسم الدراسات - كلية الآداب
جامعة الإسكندرية

دار المعرفة الجامعية
٤٠ ش. مونتير - الأزاريطة - ت. ٢٨٣٠١٦٣
٣٨٧ ش. قنال السويس - السكينة - ت. ٥٩٧٣١٢٦

بسم الله الرحمن الرحيم

إهداء
إليها أينما كانت ...
وفي كل الأوقات ...

مقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم، والصلاة والسلام على أشرف المرسلين وخاتم النبيين سيدنا محمد بن عبد الله وعلى آله وصحبه ومن دعا بدعوته واهتدى بهديه إلى يوم الدين، وبعد.

تعتبر الخريطة الكنتورية من أهم الوثائق العلمية التي تعتمد عليها الدراسات الجغرافية المختلفة، كما أنها تحتل مركز الصدارة بالنسبة للأدوات التي تستخدم في الدراسة الميدانية البشرية منها والطبيعية. وإذا كانت الدراسات البشرية ترى في الخريطة الطبوغرافية خريطة أساس عامة يضاف إليها بيانات خاصة، ويستنتج منها علاقات تفيد في تشخيص المشكلات الجغرافية وتحليلها، وإبراز إمكانات المناطق المختلفة، فإن من عناصر تلك الخريطة خطوط الكنتور التي تبين أشكال سطح الأرض ومناسيبها وإنحدراتها ومنحدراتها. وتعد أشكال سطح الأرض من العناصر الطبيعية للبيئة الجغرافية حيث توجه العمران البشرى منها وتحد من إمتداده وإتساعه. والناظر إلى خريطة توزيع السكان يلمس تطابقاً بين هذا التوزيع وأشكال سطح الأرض الرئيسية. كما أن الدراسات الخاصة بالعمران الريفي والحضرى ترى في دراسة خصائص سطح الأرض أحد العوامل الهامة التي تحدد نمط العمران بصفة عامة من حيث الشكل ومناطق التجمع والتبعثر العمرانى. وكذلك ترى الجغرافيا الزراعية فى عنصرى المنسوب والانحدار عاملان يؤثران فى تخطيط شبكة الري والصرف، وفى القدرة الإنتاجية للتربة، وفى إمكانات الإستغلال الزراعى وتنوعه. هذا على سبيل المثال وليس الحصر فى دور الخريطة الكنتورية فى الدراسات المختلفة للجغرافيا البشرية.

أما بالنسبة للوجه الطبيعى للعملة الجغرافية، فتعتبر الخريطة الكنتورية أهم وسيلة من وسائل الدراسة الجيومورفولوجية المكتبية والحقلية، والمتصفح لهذا الكتاب سوف يلمس تلك الأهمية. كما أن دراسة الخريطة الكنتورية توضح عامل

المنسوب وتوجيه المرتفعات الذى له أهمية خاصة فى الدراسات المناخية التى تؤثر بدورها فى طبيعة الغطاء الحيوى.

وقد اعتادت المصنفات الخرائطية تناول الخريطة الكنتورية كموضوع ضمن الموضوعات التى تعالجها. وفى ظنى أن هذا الكتاب يعتبر أول محاولة تعالج الخريطة الكنتورية بصورة منفردة شاملة. وقد كان تخصص الكاتب فى الجيومورفولوجيا وراء الإهتمام الواضح فى إبراز دور الخريطة الكنتورية فى هذا الفرع من الدراسات الجغرافية. وفى نفس الوقت فإنه يلمس نقصاً واضحاً فى إبراز الفوائد التطبيقية للخريطة الكنتورية فى شتى المجالات، فهذا يلزم له الإلمام الواسع العميق بكل الدراسات الجغرافية فى وقت أصبح التخصص الدقيق هو سمة الجغرافيا الحديثة نتيجة لتثعب المعرفة الإنسانية. ولا يدعى الكاتب الكمال فيما يقدمه فالكمال لله وحده سبحانه وتعالى.

وهذا الكتاب حصيلة خبرات عديدة واسعة تجتمعت خلال الممارسة العملية فى إنشاء الخرائط الكنتورية وقراءتها وإستخداماتها، وفى تدريس مقرر الخرائط الكنتورية فى شعبة المساحة والخرائط بأقسام الجغرافيا فى جامعتى الإسكندرية وطنطا. وقد وضعت فى إعتبارى عند إعداد هذا الكتاب أن يخرج الطالب منه بصورة متكاملة عن كيفية إنشاء الخريطة الكنتورية وقطاعاتها وإستعمالاتها المختلفة.

وإنى إذ أقدم بهذا الجهد المتواضع الذى أضيفه إلى المكتبة الجغرافية العربية لا بد لى أن أذكر فضل أساتذتى الذين تتلمذت على أيديهم أو الذين تعلمت مما كتبوه، وأولهم وأولادهم به أستاذى الأستاذ الدكتور على عبد الوهاب شاهين أستاذ الجغرافيا الطبيعية بجامعة بيروت العربية، والأستاذ الدكتور جودة حسنين جودة أستاذ الجغرافيا الطبيعية وعميد كلية الآداب بجامعة الإسكندرية اللذان شجعانى كثيراً كى أواصل المسيرة فى درب الخرائط،

ولولاهما ما خرج هذا الكتاب إلى النور. كما أوجه الشكر إلى السيد / صابر عبد
الكريم صاحب ومدير مؤسسة دار المعرفة الجامعية على تفضله بنشر هذا الكتاب،
وكذلك السيد الكيمياءى / محمد منير الشراكى صاحب ومدير مركز إسكندرية
للجمع التصويرى على جهده الكبير فى إخراج هذا الكتاب فى صورته اللائقة.
والله من وراء القصد ومنه التوفيق.

الأسكندرية - سبتمبر ١٩٨٧

د. أحمد مصطفى

مقدمة الطبعة الثانية

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيد المرسلين وخاتم النبيين، سيدنا محمد عليه الصلاة وأفضل التسليم، وعلى آله وصحبه أجمعين، وعلى من دعا بدعوته واهتدى بهديه إلى يوم الدين، وبعد ...

هذه هي الطبعة الثانية من كتاب الخرائط الكنتورية - تفسيرها وقطاعاتها بعد أن نفذت الطبعة الأولى واصداراتها الستة. وقد استشعرت أثناء تدريسي لهذا الموضوع بعض جوانب تحتاج إلى زيادة في الإيضاح وذلك في الفصل الأول الخاص بإنشاء الخريطة الكنتورية، وجوانب تحتاج إلى تكملة وذلك في الفصل الثاني الخاص بتفسير الخريطة الكنتورية وتحليلها، وجوانب ثالثة تحتاج إلى إثراء وتعميق المعرفة الخاصة بالتحليل المورفومتري لأحواض التصريف المائي السطحي بالإستعانة بالخريطة الكنتورية وذلك في الفصل السابع، وقد حاولت في هذه الطبعة الثانية استدراك تلك الأمور.

كما أضفت جزءاً إلى الفصل الخامس خاص بالتجسيم الاستريوسكوبي للخريطة الكنتورية، وهو أسلوب خرائطي يتيح لمستخدم الخريطة الكنتورية رؤية سطح الأرض بأبعاده الثلاثة حتى يسهل ملاحظة أشكال سطح الأرض ودراستها. ويجمع هذا الأسلوب بين تقنيات تجسيم الصورة الجوية والتي تحتاج إلى عمليات خاصة لمعالجتها كمياً والقيم الكمية لظواهرات سطح الأرض كما تبينها الخريطة الكنتورية.

هذا وقد حرصت على تزويد هذه الطبعة بأشكال وخرائط توضيحية إضافية، وعينت بتوثيق موضوعاتها المضافة بقائمة وافية من المراجع العربية وغير العربية.

وإننى إذ أقدم هذا الجهد لزملائى وتلاميذى أسأل الله تعالى لهم الفائدة والنفع به والله ولىّ التوفيق ..

الأسكندرية - ١٩٩٨ م

د. أحمد أحمد مصطفى

محتویات الكتاب

محتويات الكتاب

الصفحة	
	إهداء
١٢ - ٩	مقدمة
١٤ - ١٣	مقدمة الطبعة الثانية
١٨ - ١٥	محتويات الكتاب
٢٤ - ١٩	مقدمة
٧٠ - ٢٥	الفصل الأول : إنشاء الخريطة الكنتورية
	الفصل الثاني : تفسير خطوط الكنتور وقراءة الخريطة
١٣٤ - ٧١	الكنتورية وتحليلها
	الفصل الثالث : القطاعات التضاريسية من الخريطة
١٥٨ - ١٣٥	الكنتورية
	الفصل الرابع : القطاعات البيانية المساحية من الخريطة
١٧٦ - ١٥٩	الكنتورية
	الفصل الخامس : خرائط التحليل الخرائطي
٢١٠ - ١٧٧	(الكارتوجرافى) للخريطة الكنتورية
	الفصل السادس : تظليل التضاريس من الخريطة
٢٣٦ - ٢١١	الكنتورية
	الفصل السابع : التحليل المورفومتري لشبكات
	التصريف المائى السطحى من
٢٦٨ - ٢٣٧	الخريطة الكنتورية
	الفصل الثامن : بعض الفوائد التطبيقية للخريطة
٢٨٦ - ٢٦٩	الكنتورية

٢٨٧ - ٢٩٤

٢٩٥ - ٣١٦

٣١٧ - ٣٧٨

المراجع الرئيسية

ملحق جداول الأستاذيا

ملحق التمرينات التطبيقية

مقدمة :

تعتبر خرائط التضاريس من أهم الخرائط التي يستخدمها الجغرافى فى دراسته لسطح الأرض. ويقسم الجغرافى مظاهر السطح إلى ظاهرات موجبة مثل الجبال والهضاب وأخرى سالبة مثل السهول والأحواض. وهو يعامل سطح الأرض فى دراسته معاملة المسرح الذى تلعب عليه العوامل الجغرافية الأخرى دورها. ويتحدد فى تفاعل هذه العوامل مع بعضها ومع المسرح الشخصية الجغرافية للمكان، وهذا ما يرمى إليه الجغرافيا فى النهاية.

وتبرز أهمية مظاهر السطح من وجهة النظر الجغرافية فى ناحيتين :

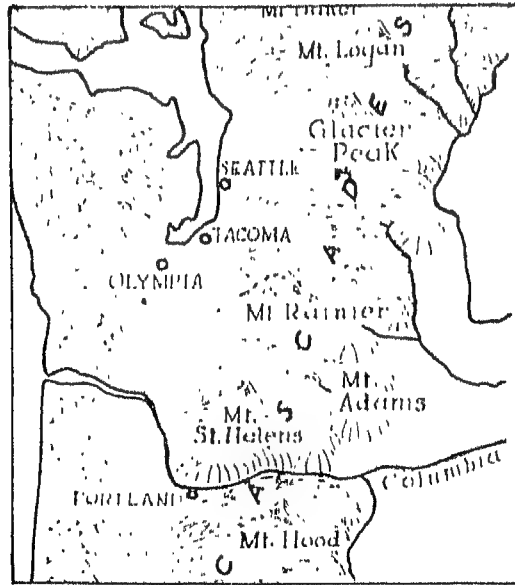
١ - المنسوب : أى مدى إرتفاع وإنخفاض السطح عن متوسط مستوى سطح البحر. وتبرز دراسة المنسوب الظاهرات التضاريسية حتى يمكن تصنيفها، كما أنها تضى على المكان نمطاً تضاريسياً معيناً. ولا يخفى أيضاً ما للمنسوب من أثر على المناخ وبالتالي يحدد نوع الحياة النباتية الطبيعية والمزروعة فى المنطقة، وهذا على سبيل المثال لا الحصر.

٢ - الإنحدار : يؤثر الإنحدار فى شكل وطبيعة جريان المياه السطحية وما يتبع ذلك من توفر هذه المياه أو قلتها من مكان لآخر، وهذا بدوره يؤثر على إمكانية استقرار وتركز الإنسان فى مكان معين. كما أن للإنحدار تأثيره المباشر على ظاهرة إنحراف التربة، وتأثيره على وسائل المواصلات وفى حركة الإنسان وإنتقاله على سطح الأرض. ويتحدد عنصر الإنحدار فى معرفة قيمته أى درجته أو نسبته، وإختلاف هذه القيمة على طول إتجاه معين أو فى منطقة معينة يعطى أشكال المنحدرات التى لها أيضاً دور مؤثر على النشاط البشرى.

ولقد حاول الإنسان منذ القدم تمثيل سطح الأرض على الخرائط وقد اعترضته مشكلات تمثيل المظهر ذى الأبعاد الثلاثة على اللوحة ذات البعدين، وفى سبيل ذلك ضحى بعض النواحى الخاصة بإبراز المنسوب أو قيمة الإنحدار أو

شكل المنحدر. ولهذا فقد اختلفت الطرق الخرائطية الخاصة برسم معالم سطح الأرض، وكل طريقة كانت تحقق شرط من شروط عناصر سطح الأرض الثلاثة، إلى أن اكتشفت طريقة خطوط الكنتور فحققت كل الشروط. وقبل أن نتعرض لهذه الطريقة وإستعمالاتها بالدراسة، يحسن أن نستعرض سريعاً الطرق الخرائطية الأخرى.

أولاً : طريقة الرسم المنظور : وتبين هذه الطريقة ظاهرات سطح الأرض حسب المسقط الجانبي لها (شكل ١) وهى إن دلت على مواقع تلك الظاهرات بصورة تقريبية وبينت أنماط أشكال المنحدرات بصورة تقريبية أيضاً فإنها لا تبين عنصرى المنسوب وقيمة الإنحدار. وتعتمد هذه الطريقة على دقة ووعى الشخص الذى يقوم بها، وهى أقرب إلى الفن منها إلى الطرق العلمية التى لها أصولها وقواعدها.

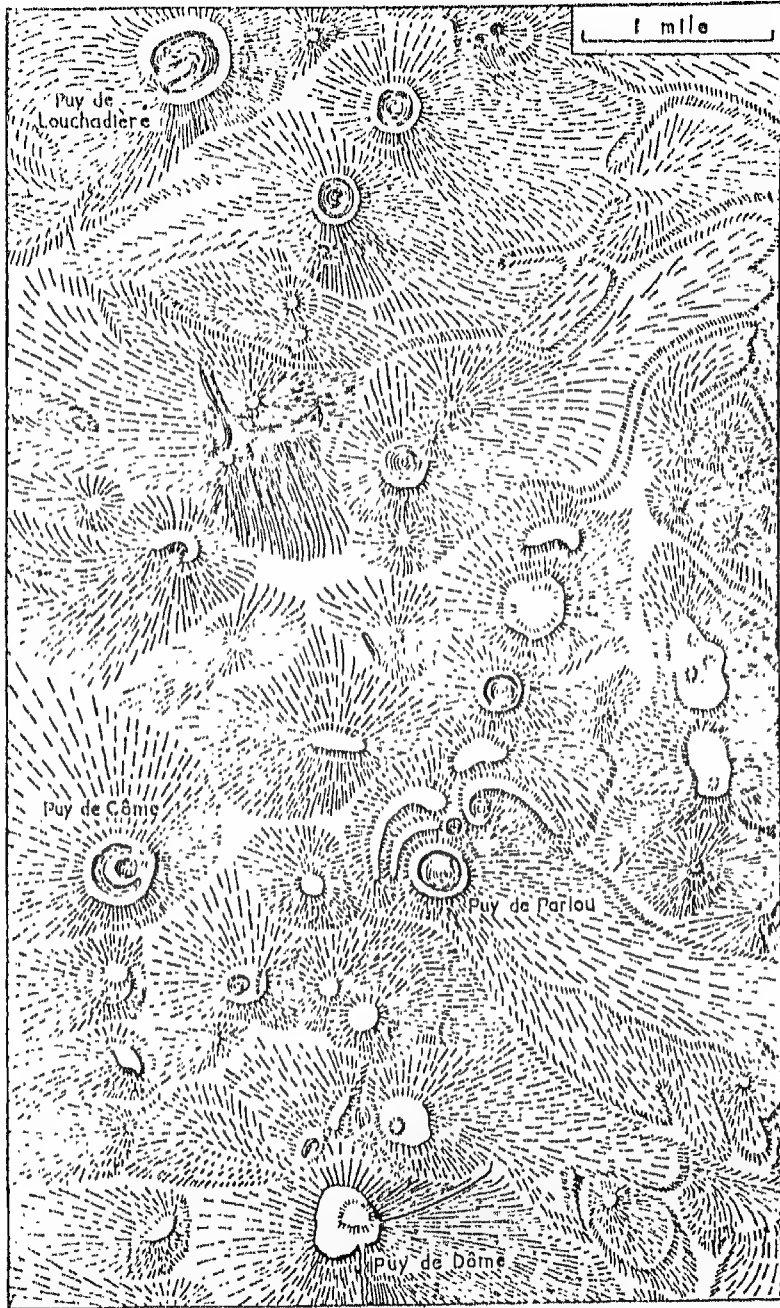


شكل رقم (١)

ثانياً : نقط المناسب : نقطة المنسوب هي نقطة سجل عندها البعد الرأسى عن متوسط منسوب سطح البحر. وقد عرفنا فى علم المساحة أن كل دولة تحدد نقطة يبدأ منها تسلسل القياس بين مستوى سطح البحر (مستوى المقارنة العام) وبين نقط أخرى بداخلها مهما طالت المسافة بينهما، وذلك عن طريق إجراء ميزانيات دقيقة لغرض تثبيت هذه النقط فى الطبيعة وتحديد مناسيبها فى شتى أنحاء الدولة. وتعرف هذه النقط باسم الروبيرات التى يمكن الرجوع إليها عند الحاجة لقياس وحساب مناسب سطح الأرض. وتعطى هذه المناسب تحديداً دقيقاً لارتفاع وإنخفاض سطح الأرض عن متوسط منسوب سطح البحر، ولكنها لا تعطى الإحساس بمدى تضرر هذا السطح. وعليه فلا يمكن إعتبار نقط المناسب هدفاً نهائياً لتمثيل سطح الأرض على الخرائط، ولكن يمكن النظر إليها كمرحلة أولى فى إبراز هذا السطح بطرق خرائطية أخرى.

ثالثاً : خطوط الهاشور : وهى عبارة عن خطوط تختلف فى سمكها وطولها وكثافتها تبعاً لاختلاف قيمة الانحدار وشكل المنحدر. فهى تقل وتباعد ويزداد طولها ويقل سمكها فى المناطق بطيئة الانحدار، وينعدم وجودها تماماً إذا كان سطح الأرض مستوياً سواء كان هذا السطح قمة جبل أو قاع حوض، فتظهر المنطقة بدون تشهير. وتظهر المناطق شديدة الانحدار جداً والمنحدرات حائطية الشكل على شكل مساحات سوداء (شكل ٢).

وتعتبر خطوط الهاشور نوعاً من أنواع التظليل، وتستخدم لتعطى الإحساس بمدى تعقد التضاريس ولكن ليس على أساس مساحى دقيق. ولذا فإنه عند تنفيذ هذه الطريقة يجب أن يسبقها علم تام بطبيعة سطح الأرض. وهذه الخطوط وإن كانت تعطى إنطباعاً سريعاً وواضحاً عن التضاريس وتبين تفاصيل دقيقة لا توضحها الخرائط التضاريسية الأخرى، خاصة التفاصيل التى لها أهمية خاصة فى الدراسات الجيومورفولوجية، وتبين شكل المنحدر، إلا أنها لا تبين قيمته، ولا يمكن عند إستخدامها وحدها أن تحدد مدى الإرتفاع والإنخفاض عن متوسط سطح البحر. ولهذا يكثر عند إستخدامها وضع عدد من نقط المنسوب فوق المرتفعات



شكل رقم (٢)

لإبرازها وفي بطون الأودية وقيعان الأحواض للدلالة عليها. كما أن كثيراً ما تغطي خطوط الهاشور على المعالم الطبوغرافية للمنطقة التي تمثلها الخريطة خاصة إذا كانت مطبوعة باللون الأسود فقط. هذا إلى جانب صعوبة رسمها إذ أنها تحتاج إلى مهارة خاصة يندر توفرها بين صنّاع الخرائط.

ويرجع استخدام خطوط الهاشور كوسيلة لتمثيل تضاريس سطح الأرض إلى عهد بعيد، ولكن الذى وضع الأسس العلمية لها الخرائطى الألماني ليحمان Lehmann فى نهاية القرن الثامن عشر. وقد افترض ليحمان سقوط الضوء على التضاريس الأرضية من أعلى، ومن ثم فإن المنطقة المستوية المسطحة تظهر باللون الأبيض لأنها تتمتع بكمية كبيرة من الضوء. أما المناطق المنحدرة فإنها تأخذ ظلالاً داكنة تزداد مع زيادة درجة إنحدار سطح الأرض. ويمثل إنحدار سطح الأرض بخطوط متوازية تتبع فى إنحدارها الاتجاه الذى تنحدر إليه المياه السطحية.

رابعاً : خطوط الكنتور : على الرغم من أن طريقة خطوط الكنتور قد استخدمت لتمثيل سطح الأرض لأول مرة فى القرن الثامن عشر عام ١٧٩١، إلا أنها مازالت تستخدم أكثر من غيرها فى الوقت الحاضر بل أنه فى كثير من الأحيان لا يستخدم غيرها. وخط الكنتور هو خط متساوى القيمة يمر ويربط نقط متساوية فى قيمة منسوبها. ويتم إنشاء الخريطة الكنتورية على أساس نقط المناسيب سالفة الذكر. ولكن يشترط أن تكون هذه النقط كافية لإمكان تمثيل المظهر الحقيقى لأشكال سطح الأرض، خاصة إذا كانت المنطقة شديدة التضرس. وتمتد خطوط الكنتور على شكل حلقات على أبعاد أفقية متفاوتة، وتتقارب أو تتباعد لتعطي أنواعاً من المنحدرات وتستقيم وتنثنى داخل بعضها البعض بأوضاع متباينة فتبين ظاهرات متنوعة من أشكال سطح الأرض وصورها مثل الأودية والحقافات والبروزات والثغرات والممرات والهضاب والجبال والتلال وغير ذلك من مظاهر سطح الأرض الموجبة والسالبة. وهى فى كل حالة تعطي مستوى أفقى على منسوب معين بالنسبة لمتوسط منسوب سطح البحر الذى يضمه خط كنتور صفر أو خط الساحل.

الفصل الأول

إنشاء الخريطة الكنتورية

الميزانية الشبكية:

- الميزانية الشبكية بجهاز الميزان.
- الميزانية الشبكية بجهاز البلانشيطة (الميزانية الكنتورية).

طريقة رسم خطوط الكنتور:

أولاً : الطريقة الحسائية.

ثانياً : الطرق التخطيطية :

- ١ - طريقة الأعمدة العكسية.
- ٢ - طريقة المثلث الشفاف.
- ٣ - طريقة الخطوط المتوازية على مسافات متساوية.
- ٤ - طريقة المثلث والمسطرة

الفاصل الكنتورى (الفترة الكنتورية) :

- العلاقة بين زوايا انحدار سطح الأرض والفاصل الكنتورى ومقياس الرسم.

الخطوط الكنتورية الهامة ونقط المناسيب.

خواص خطوط الكنتور.

الفصل الأول

إنشاء الخريطة الكنتورية

تنشأ الخريطة الكنتورية عن طريق لوحة المناسيب. التى يتم إعدادها عن طريق عمليات مساحية تعرف بالميزانية الشبكية التى تهدف إلى تعيين مناسيب نقط على سطح الأرض ورفعها ثم توقيعها.

الميزانية الشبكية

تهدف الميزانية الشبكية إلى تحديد مناسيب مجموعة من النقاط يمكن عن طريقها رسم خرائط تبين شكل سطح الأرض بعناصره المختلفة. وتسمى هذه الخرائط بالخرائط الكنتورية. وتختلف طرق تنفيذ الميزانية الشبكية باختلاف شكل سطح الأرض ومدى تباينه ارتفاعاً وانخفاضاً من ناحية وحسب الدقة المطلوب إظهار الخريطة النهائية بها من ناحية أخرى. وهذه الطرق هى :

١ - طريقة المربعات أو المستطيلات أو المعينات.

٢ - طريقة الإشعاع.

٣ - طريقة النقط المبعثرة.

٤ - الطريقة المباشرة.

وباختلاف هذه الطرق تختلف الأجهزة المستخدمة فى تنفيذ أى منها. وعلى هذا الأساس يمكن أن نقسم الميزانية الشبكية تبعاً للجهاز المستخدم إلى :

١ - ميزانية تجرى بجهاز الميزان.

٢ - ميزانية تجرى بجهاز البلاشيطة.

الميزانية الشبكية بجهاز الميزان

يستعمل جهاز الميزان مع بعض الأدوات المساحية فى تنفيذ الميزانية الشبكية بطريقة المربعات أو المستطيلات وتعتبر هذه الطريقة أفضل الطرق التى تصلح للأراضى المستوية التى لا يختلف فيها منسوب سطح الأرض كثيراً (فى حدود من ١٠ إلى ١٢ متراً تقريباً). وفى الأراضى محدودة المساحة كما فى المزارع ومناطق إستصلاح الأراضى. وتنفذ بالخطوات الآتية :

١ - يجرى عمل مضلع حول المنطقة وتحديد أركانها إذا كانت حدودها غير مرسومة على خريطة سابقة أو غير واضحة على الطبيعة.

٢ - ينتخب خطاً يكون قريباً وموازياً إلى حد ما لأطول حد من حدود المنطقة (مثل أ ب)، ويقسم إلى مسافات متساوية بين ١٠ ، ٥٠ متراً حسب طبيعة الأرض والدقة المطلوبة. يثبت فى نقط التقسيم أوتاداً خشبية تعطى لها حروف أبجدية جـ ، د ، هـ ... إلخ.

٣ - تقام أعمدة من نقط التقسيم بأى طريقة مناسبة من طرق إقامة الأعمدة حسب إتساع المنطقة، وتقسم هذه الأعمدة إلى مسافات متساوية. وهذه المسافات إما أن تتساوى مع المسافات المقسم إليها الخط أ ب أو لاتتساوى معها. وينتج فى حالة التساوى شبكة من المربعات وفى الحالة الثانية شبكة من المستطيلات. وتسمى نقط التقسيم على هذه الأعمدة بأرقام ١ ، ٢ ، ٣ ... إلخ على كل عمود. وبذلك فإن أى نقطة فى الشبكة يمكن تسميتها بحرف ورقم مثل جـ ٣ ، د ٤ ، و ٥ (شكل ٣).

٤ - يرسم كروكى لهذه الشبكة ويسجل عليه النقط كلها.

٥ - تجرى ميزانية طولية للخط أ ب لتعيين مناسيب الأوتاد، وذلك عن طريق ربط هذا الخط بنقطة روير قريبة. ويتم تصحيح المناسيب بعد رصدها وحسابها ذهاباً وعودة، مرة على يمين الخط فى الذهاب، والأخرى على يساره

فى العودة. وبراى فى هذه الميزانية أن يوضع الجهاز فى منتصف المسافة تقريباً بين المقدمة والمؤخرة.

٦ - يوضح الميزان فى مكان مناسب يمكن منه رؤية أكبر عدد من نقط أركان الشبكة، وتؤخذ قراءة مؤخرة على وتد من أوتاد الخط أ ب المحسوب منسوبه بدقة. يعين منسوب سطح الميزان وترصد القامة الموضوعة على الأركان واحداً بعد الآخر ويحسب منسوبها بطرح كل قراءة من منسوب سطح الميزان. وبذلك يتم الحصول على مناسيب الأركان التى تسجل مباشرة على الكروكى وبدون عمل جدول ميزانية.

٥	٦,٢	٦,٦	٥,٢	٤,٠	٣,٦	٧,٤
٤	٤,٩	٤,٧	٥,٦	٤,٦	٤,٩	٣,٨
٣	٣,٦	٣,١	٤,٣	٤,١	٥,٧	٤,٣
٢	٥,٠	٤,٦	٤,٢	٤,٦	٤,٨	٤,٦
١	٦,٤	٦,٠	٥,٣	٣,٦	٣,٤	٣,٧
٢٠٠	٨,١	٨,٢	٤,٤	٤,٤	٥,٣	٥,٩
	١	٢	٣	٤	٥	٦

شكل (٣)

الميزانية الشبكية بجهاز الميزان

٧ - يمكن عمل جدول ميزانية بحيث يكتب فى خانة رقم النقطة الأرقام ١، ٢، ٣، ... وفى خانة الملاحظات رقم العمود ج، د، هـ، ...

٨ - من الطبيعى أن لاتنطبق حدود الأرض على حدود شبكة المربعات أو المستطيلات ، لذا يجب حساب مناسب سطح الأرض عند نقط تقاطع الحدود مع الأعمدة أو التى على إمتداد الأعمدة.

الميزانية الشبكية بجهاز البلانشيطة

(الميزانية الكنتورية)

يستعمل جهاز البلانشيطة عند تنفيذ هذه الميزانية بطرق الإشعاع والنقط المباشرة والمباشرة. وتتبع أى من هذه الطرق فى المناطق التلية أو المرتفعة التى تمتد إمتداداً كبيراً. ويسبق إجراء الميزانية الشبكية بهذا الجهاز تشكيل مضلع (ترافيرس) مقفل يحيط بالمنطقة المراد إجراء الميزانية لها من الداخل أو الخارج، أو مضلع مفتوح حسب طبيعة المنطقة بواسطة البلانشيطة، أو بجهاز آخر دقيق مثل التيودوليت. ويصحح هذا الترافيرس ويضبط ويوقع على لوحة من الورق معامل تمدها ضئيل، ويتم حساب مناسب نقط رؤوس المضلع بدقة.

يتم تحديد مواقع نقط القامة فى هذه الطرق بالتجاه ومسافة. ويحدد الاتجاه بواسطة الأليداد عن طريق خط النظر الذى يصنعه منظاره، أما المسافة فتقاس عن طريق شعرات الأستاذيا بالطريقة التاكومترية.

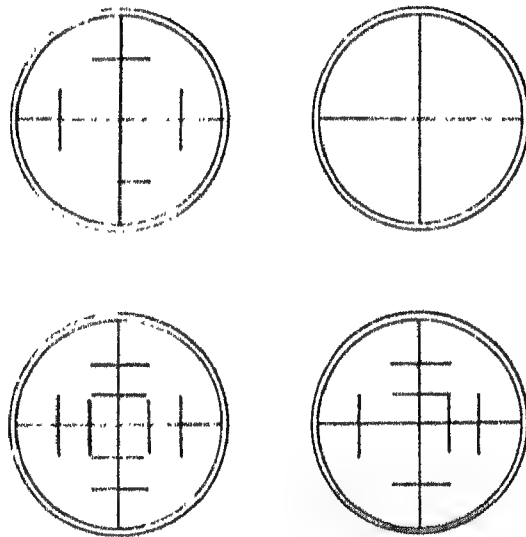
وقبل تناول طرق إجراء الميزانية الشبكية بالبلانشيطة بالشرح يجب معرفة كيفية قياس المسافات وحساب المناسيب فى الطبيعة بواسطة المناظير ذات التطبيق الداخلى وهى مناظير أجهزة الميزان واليداد البلانشيطة والتيودوليت.

٩ - قياس المسافات باستخدام شعرات الأستاذيا :

أ - فى حالة المنظار أفقياً أى خط النظر عمودياً على القامة :

عند النظر فى العدسة العينية للمنظار (فى الميزان أو فى الأليداد أو فى التيودوليت) نرى شعرتين متعامدتين رئيسيتين، إحداهما أفقية والأخرى رأسية،

كما توجد شعرتين أفقيتين ثانويتين توازيان الشعرة الأفقية الرئيسية (وفى بعض الأجهزة ثلاث شعرات وفى بعضها أربع). وكذلك بالنسبة للشعرات الرأسية فتوجد شعرتين رأسيّتين ثانويتين توازيان الشعرة الرأسية وأحياناً ثلاث وأحياناً أربع. وتبعد هذه الشعرات عن بعضها البعض بمسافات متساوية (شكل ٤). ويطلق على تلك الشعرات اسم شعرات الأستاذيا وهى عبارة عن خيط عنكبوت مشدود فى إطار معدنى أو عبارة عن خطوط دقيقة محفورة على حامل زجاجى ذى إطار معدنى مثبت بالقرب من العدسة العينية يسمى بحامل الشعرات.



شكل (٤)

حامل الشعرات، وشعرات الأستاذيا

وقد رُتبت هذه الشعرات على أساس أن المسافة بين الشعرتين العليا والسفلى فى حالة الشعرات الأفقية أو اليمنى واليسرى فى حالة الشعرات الرأسية على فامة مدرجة تتناسب بنسبة ثابتة مع المسافة بين المنطار والقامة غالباً ما تكون ١ : ١٠٠ أى أن كل متر من التقاطع على القامة يقابل مسافة أفقية قدرها مائة متر تقريباً. ويسمى الرقم ١٠٠ بمعامل فترة الأستاذيا أو الثابت التاكيومتري.

معامل فترة الأستاذيا (الثابت التاكيومترى) :

فترة الأستاذيا هي الفرق بين قراءتى شعرتى الأستاذيا العليا والسفلى، وهي تختلف باختلاف بعد القامة عن المنظار، فتكون مترين إذا كانت القامة على مسافة ٢٠٠ متر من المنظار، وتكون ١,٨٦ م إذا بعدت القامة مسافة ١٨٦ م. وبذلك يمكن أن تعريف معامل فترة الأستاذيا أو الثابت التاكيومترى بأنه الرقم الذى إذا ضربت فيه فترة الأستاذيا المقطوعة على القامة كان الناتج هو المسافة التى تبعدها القامة عن المنظار وهو فى العادة ١٠٠ كما ذكر من قبل. غير أنه رقم قريب جداً من المائة وليس مائة تماماً، فقد يكون ٩٩ أو ١٠١ مثلاً، ولكن فى العادة يعتبر ١٠٠ إذ يمكن أهمل الخطأ الناتج عن هذا التقريب عند قياس المسافات. وفى كثير من الأجهزة يحفر عليها قيمة هذا المعامل، وفى بعضها يمكن التحقق منه ومعرفته وذلك بالخطوات الآتية:

١ - يثبت الجهاز (ميزان - اليداد - تيودوليت) على أرض مستوية تقريباً وممتدة لمسافات كبيرة نسبياً ٢٠٠ متر مثلاً.

٢ - من نقطة تقع مباشرة تحت بؤرة العدسة الشيئية (٣٠ سم من مركز دوران الجهاز الذى يحدده خيط الشاغل) يحدد خط طوله ٢٠٠ متراً بشرط من صلب ويعين عليه المسافات ٤٠، ٨٠، ١٢٠، ١٦٠، ٢٠٠ متراً وذلك بغرس شوكة عن نقط التقسيم.

٣ - توضع قامة رأسية عند نقط التقسيم وتقرأ فترة الأستاذيا عند كل منها. فتكون كالتالى ٣٩,٤، ٧٩,٨، ١١٨,٢، ١٥٧,٦، ١٩٦,٧ سم عند المسافات ٤٠، ٨٠، ١٢٠، ١٦٠، ٢٠٠ متراً على الترتيب.

٤ - لحساب معامل فترة الأستاذيا (الثابت التاكيومترى) يجرى الآتى:

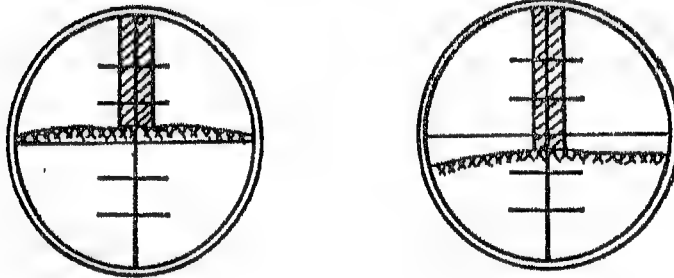
$$\text{مجموع فترات الأستاذيا} = ٣٩,٤ + ٧٩,٨ + ١١٨,٢ + ١٥٧,٦ + ١٩٦,٧ = ٥٩١,٧ \text{ سم} = ٥,٩١٧ \text{ م.}$$

مجموع المسافات على الطبيعة = ٤٠ + ٨٠ + ١٢٠ + ١٦٠ + ٢٠٠ = ٦٠٠ م.

$$\text{معامل فترة الأستاديا} = \frac{٦٠٠}{٥,٩١٧} = ١٠١,٤٠٣ = ١٠١,٤ \text{ تقريباً.}$$

وعلى ذلك إذا بعدت القامة عن الجهاز مسافة ١٠١,٤ متراً كانت فترة الأستاديا التي تقرأ على القامة هي متراً واحداً.

وتزداد فترة الأستاديا كلما زاد بعد القامة عن الجهاز حتى تتعدى الطول الكلى للقامة (٤م)، لذا يمكن استخدام نصف فترة الأستاديا أى الفرق بين الشعرتين العليا والوسطى أو بين الشعرتين الوسطى والسفلى لاييجاد المسافة. وبالمثل إذا كانت المسافة بعيدة جداً فقد تستخدم ربع فترة الأستاديا متى كانت قوة عدسات الجهاز تسمح بذلك كما فى شكل (٥).



فترة الأستاديا = قراءة ربع الفترة $\times ٤$

فترة الأستاديا = قراءة نصف الفترة $\times ٢$

شكل (٥)

نخلص مما سبق أنه يمكننا قياس خط بين نقطتين بوضع أى جهاز مساحى مزود بمنظار به حامل شعرات ذى تطبيق داخلى عند طرف الخط ووضع قامة رأسية عند الطرف الآخر وقراءة فترة الأستاديا ثم تضرب هذه الفترة فى المعامل (وهو فى العادة ١٠٠) فينتج طول الخط. ولكن هناك شرط هام هو أن يكون المنظار أفقياً تماماً.

ولكن قد يحدث عند التسوية الأفقية لمنظار جهاز به الشعرات العليا والوسطى والسفلى فقط أن تقع الشعرة الوسطى خارج القامة بمسافة صغيرة في حين تظل الشعرة العليا أو السفلى متقاطعة معها عند قراءة معينة. ولمعرفة قراءة الشعرة الوسطى حتى يمكن حساب المسافة يتبع الآتى :

الحالة الأولى : القراءة على شعرة الأستاذيا السفلى (شكل ٦).

إذا تقاطعت شعرة الأستاذيا السفلى فقط مع القامة عند تسوية أفقية المنظار يمكن معرفة قراءة الشعرة الوسطى بالطريقة الآتية :

١ - يخفض المنظار إلى أسفل حتى يمكن قراءة فترة الأستاذيا بين الشعرتين العليا والسفلى، ويلاحظ في هذه الحالة أن المنظار غير أفقى.

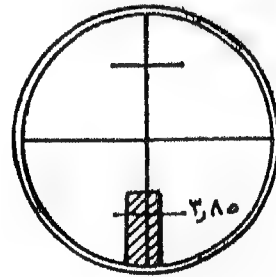
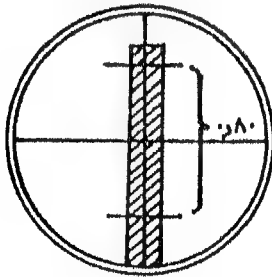
٢ - يعاد تسوية أفقية المنظار مرة أخرى وتقرأ تقاطع الشعرة السفلى مع القادمة.

٣ - قراءة الشعرة الوسطى = قراءة الشعرة السفلى + نصف فترة الأستاذيا.

مثال : فترة الأستاذيا فى حالة عدم أفقية المنظار = ٠,٨٠ م

قراءة الشعرة السفلى قرب نهاية القامة عند تسوية الأفقية = ٣,٨٥ م.

∴ قراءة الشعرة الوسطى = ٣,٨٥ + ٠,٤٠ = ٤,٢٥ م



قراءة الشعرة السفلى والمنظار أفقى = ٣,٨٥ قراءة فترة الأستاذيا والمنظار مائل = ٠,٨٠

شكل (٦)

∴ المسافة الأفقية = (٣,٨٥ - ٤,٢٥) × ٢ × معامل فترة الأستاذيا أو

الثابت التاكيومتري.

الحالة الثانية : القراءة على شعرة الاستاديا العليا (شكل ٧) :

إذا كانت النقطة التي تقف عليها القامة أعلى قليلاً من المستوى الأفقى للمنظار فإن الشعرة الوسطى عند تسوية أفقية المنظار لن تتقاطع مع القامة بل تتقاطع الشعرة العليا من شعرات الأستاديا. ويمكن حساب قراءة الشعر الوسطى كما يلي :

١ - يرفع المنظار إلى أعلى حتى يمكن قراءة فترة الأستاديا بين الشعرتين العليا والسفلى (المنظار مائل).

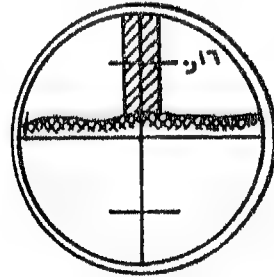
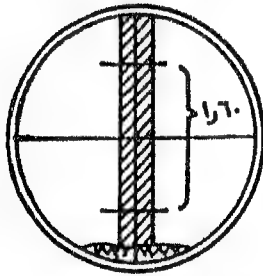
٢ - تعاد تسوية أفقية المنظار مرة أخرى وتقرأ تقاطع الشعرة العليا مع القامة.

٣ - قراءة الشعرة الوسطى = قراءة الشعرة العليا - نصف فترة الأستاديا.

مثال : فترة الأستاديا فى حالة عدم أفقية المنظار = ١,٦٠ م

قراءة الشعرة العليا = ٠,١٦ م

قراءة الشعرة الوسطى = ٠,٨٠ - ٠,١٦ = ٠,٦٤



قراءة الشعرة العليا والمنظار أفقى = ٠,١٦ قراءة فترة الأستاديا والمنظار مائل = ١,٦٠

شكل (٧)

∴ المسافة الأفقية = (٠,٦٤ - ٠,١٦) × ٢ × معامل فترة الأستاديا أو

الثابت التاكيومتري.

ملحوظة :

يمكن إجراء العمليات السابقة عند إستخدام الميزان لقراءة الشعرة الوسطى إذا كان الضبط الداخلى الدقيق سيؤدى إلى عدم تقاطع هذه الشعرة مع القامة.

ب - فى حالة المنظار مائلاً أى أن خط النظر مائلاً على القامة :

يضطر فى كثير من الأحيان عند قياس مسافة ما إلى قياس زاوية رأسية لقراءة فترة الأستاذيا وذلك لوقوع القامة أعلى أو أسفل المستوى الأفقى للمنظار بفارق كبير. وفى هذه الحالة تعتبر المسافات بين الجهاز والقامة والمحسوبة من حاصل ضرب فترة الأستاذيا فى الثابت التاكيومتري مسافات مائلة غير صحيحة يجب تصحيحها ثم تعديلها حتى تصير أفقية، حيث أن الأبعاد التى يجب توقيهها على اللوحة المستوية ينبغى أن تكون أفقية أى مقاسة على المستوى الأفقى. وفى الواقع فإن هذه المسافات الأفقية عبارة عن قواعد مثلثات قائمة الزوايا، أوتارها هى المسافات المائلة المصححة، وأطوال أوتار تلك المثلثات قريبة جداً من أطوال قواعداها إذا كانت زوايا رؤوسها لاتزيد عن أربع درجات ولاتجرى أى تصحيحات باعتبار أن الفرق بين طول الوتر وطول القاعدة صغير يمكن إهماله. أما فى حالة الأرصاد التى تزيد زوايا رؤوس مثلثاتها عن أربع درجات فلا بد من إستخدام المعادلة الآتية :

$$ف = هـ \times ث \times جتا \hat{ل}$$

حيث :

ف = المسافة الأفقية

هـ = فترة الأستاذيا

ث = الثابت التاكيومتري

$$\hat{L} = \text{الزاوية الرأسية}$$

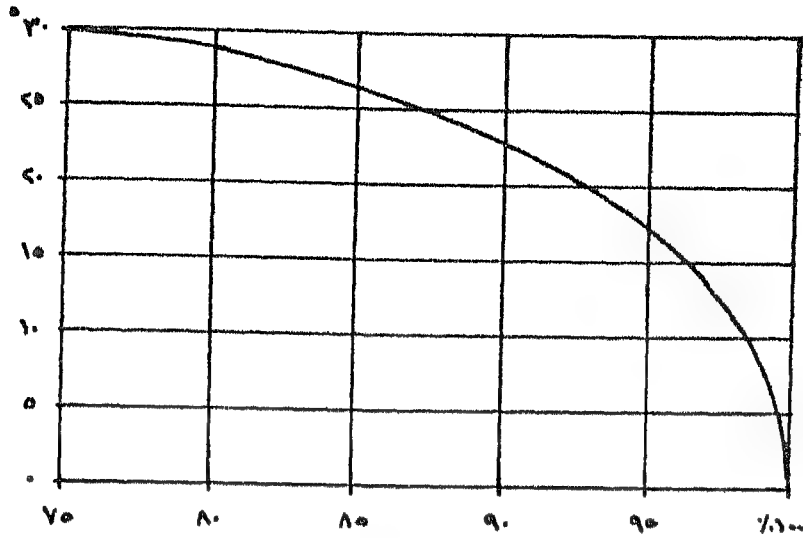
ولكن عند القيام بعدد كبير من الرصدات يكون حساب المسافات الأفقية عن طريق تلك المعادلة غير عملي خاصة وأن العمل بالبلانشيطة يعتمد على توقيع النقط أثناء عملية الرصد. لذلك يستخدم جدول تصحيح المسافات (ملحق رقم ١) وهو محسوب لكل ١٠٠ م حتى زاوية رأسية قدرها ٦٠° ٣٠°. وهذا الجدول مقبسم إلى خانات رأسية هي الزوايا من صفر° إلى ٣٠° وإلى حقول أفقية هي الدقائق بفواصل قدره ٢ دقيقة، ومعامل التصحيح لـ ١٠٠ م هو القيمة عند تقاطع قراءة الزاوية (رأسياً) مع قراءة الدقائق (أفقياً)، ويضرب هذا المعامل بعد قسمته على ١٠٠ في حاصل ضرب فترة الأستاذيا في الثابت التاكيومتري. على سبيل المثال إذا كانت قراءة شعرات الأستاذيا والزاوية الرأسية كالتالي :

علياً	وسطياً	سفلياً	الزاوية الرأسية (\hat{L})
٣,٢٦	٢,٠٠	٠,٧٤	٢٨ + ١٠°

فإن المسافة الأفقية عن طريق جداول التصحيح $100 \times (0,74 - 3,26) =$

$$\times \frac{96,70}{100} = 2 \times 100 \times 0,9670 = 193,40 \text{ م}$$

كما يمكن استخدام مقياس تصحيح المسافات وهو على شكل منحني بياني يبين العلاقة بين معامل تصحيح المسافة والزاوية الرأسية (شكل ٨).



معامل تصحيح المسافة المائلة إلى أفقية

شكل (٨)

٢ - حساب المنسوب باستخدام شعرات الأستاذيا :

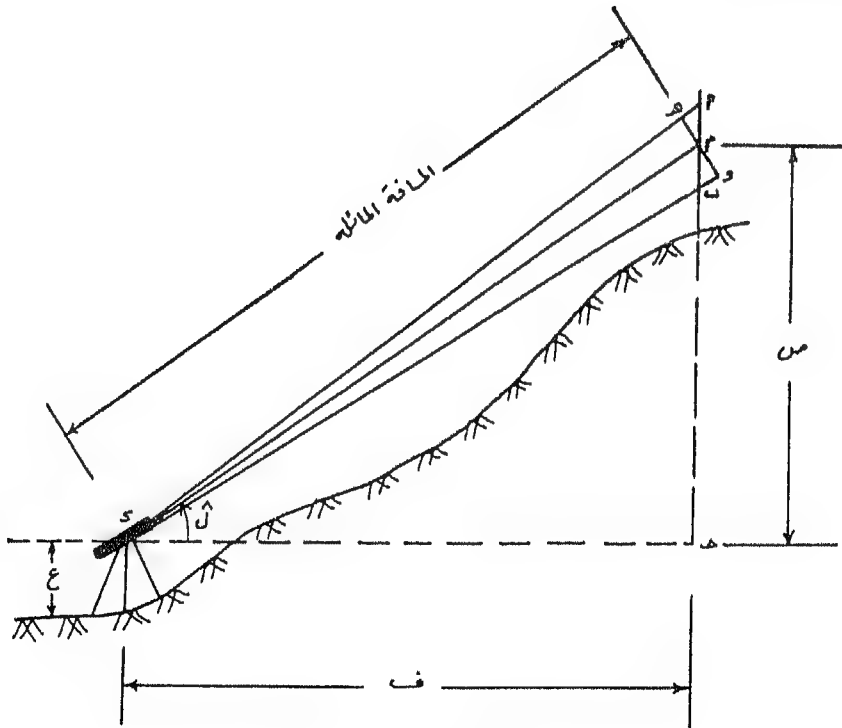
١ - فى حالة المنظار أفقياً أى خط النظر عمودياً على القامة :

يصنع خط النظر المار بالشعرة الأفقية الوسطى مستواً أفقياً موازياً لمستوى المقارنة يعرف بمستوى سطح الجهاز . ويمكن معرفة منسوب هذا المستوى عن طريق جمع منسوب المحطة التى يقف فوقها الجهاز على إرتفاع المحور الأفقى للمنظار والذى يرمز له بالرمز (ع) . وينخفض منسوب النقطة التى تقف عليها القامة عن مستوى سطح الجهاز بمقدار قراءة الشعرة الوسطى على القامة ، وبالتالى يتم الحصول على منسوب النقطة التى تقف عليها القامة بالمعادلة التالية:

منسوب النقطة = منسوب المحطة التى يقف فوقها الجهاز + إرتفاع الجهاز
(ع) - قراءة الشعرة الوسطى.

ب - فى حالة المنظار مائلاً أى خط النظر مائلاً على القامة:

تستخدم طريقة شعرات الأستاديا فى قياس فرق المنسوب بين المحطة التى يقف فوقها الجهاز وأى نقطة مرصودة تقف عليها القامة. وتعتمد الطريقة أساساً على أن تكون القامة فى وضع متعامد على خط النظر المار بالشعرة الأفقية الوسطى وإستخدام فترة الأستاديا فى حساب فرق المنسوب. ولكن عملياً لايمكن وضع القامة متعامدة على خط النظر بل تكون رأسية وبالتالى مائلة على خط النظر. وبذلك ينتج خطأ فى حساب المسافات الأفقية وفروق المناسيب، ويزداد هذا الخطأ بزيادة الزاوية الرأسية التى يصنعها المنظار مع المستوى الأفقى. ويبين (شكل ٩) القواعد الخاصة بالأستاديا.



شكل (٩)

أ ب = فترة الأستاذيا والقامة رأسية أى مائلة على خط النظر (د م) المار
بالشعرة الأفقية الوسطى، والتي يمكن تحديدها من قراءة الشعرتين
العليا والسفلى على القامة مباشرة.

هـ و = فترة الأستاذيا والقامة متعامدة على خط النظر المار بالشعرة الأفقية
الوسطى ولا يمكن تحديدها مباشرة.

ل = الزاوية الرأسية التى يصنعها منظار الجهاز مع المستوى الأفقى وهى جـ
د م وتساوى الزاوية أ م هـ وتساوى الزاوية ب م و وهما الزاويتان
المحصورتان بين القامة فى وضعها الرأسى والقامة فى وضعها العمودى
الإفتراضى.

د جـ = المسافة الأفقية بين المحطة التى يقف فوقها الجهاز والنقطة التى تقف
فوقها القامة.

م جـ = فرق المنسوب بين مستوى سطح الجهاز وقراءة الشعرة الأفقية الوسطى
على القامة.

$$هـ و = أ ب جتا ل = هـ م + م و حيث$$

$$هـ م = أ م \times جتا ل$$

$$م و = م ب \times جتا ل \quad \text{وبالجمع}$$

$$هـ و = أ ب \times جتا ل$$

$$د م (المسافة المائلة) = هـ و \times \text{الثابت التاكيومتري}$$

$$= أ ب \times جتا ل \times \text{الثابت التاكيومتري}$$

$$د جـ (المسافة الأفقية) = د م \times جتا ل$$

$$= أ ب \times جتا ل \times \text{الثابت التاكيومتري} \times جتا ل$$

$$= \text{أ ب (فترة الأستاذيا)} \times \text{الثابت التاكيومترى} \times \text{جتا ل} \times \text{جتا ل}$$

$$= \text{فترة الأستاذيا} \times \text{الثابت التاكيومترى} \times \text{جتا ل} \times \text{جتا ل} = \text{هـ} \times \text{ث} \times \text{جتا ل} \times \text{جتا ل}$$

$$\text{م جـ} = \text{د م} \times \text{جتا ل}$$

$$= \text{أ ب} \times \text{الثابت التاكيومترى} \times \text{جتا ل} \times \text{جتا ل} \times \text{جتا ل}$$

$$= \text{هـ} \times \text{ث} \times \text{جتا ل} \times \text{جتا ل} \times \text{جتا ل}$$

$$\text{ولكن جتا ل} \times \text{جتا ل} = \frac{1}{4} \text{ جتا ل} \times \frac{1}{4} \text{ جتا ل}$$

$$= \text{هـ} \times \text{ث} \times \frac{1}{4} \text{ جتا ل} \times \frac{1}{4} \text{ جتا ل}$$

ويمكن الحصول على م جـ عن طريق المسافة الأفقية د جـ

$$\text{م جـ} = \text{د جـ} \times \text{ظا ل}$$

ويطلق على م جـ (فرق المنسوب) أو الرمز (ص) ، د جـ (المسافة الأفقية)

أو الرمز (ف)

$$\text{ص} = \text{ف} \times \text{ظا ل}$$

$$\text{أو ص} = \text{هـ} \times \text{ث} \times \text{جتا ل} \times \text{جتا ل} \times \text{جتا ل}$$

$$\text{أو ص} = \text{هـ} \times \text{ث} \times \frac{1}{4} \text{ جتا ل} \times \frac{1}{4} \text{ جتا ل}$$

يلاحظ بالنسبة لفرق المنسوب (ص) أن هذا الفرق هو بالنسبة للمحور الأفقى للمنظار وليس النقطة التى يقف فوقها الجهاز مباشرة على سطح الأرض، أى أن فرق المنسوب (ص) يمثل فرق المنسوب بين المحور الأفقى للجهاز ونقطة تقاطع الشعرة الأفقية الوسطى مع القامة. ولذلك عند حساب المنسوب النهائى للنقطة التى تقف عليها القامة يجب أن يوضع فى الاعتبار هاتين الملاحظتين. ومعادلة حساب منسوب النقطة هى :

$$\text{منسوب النقطة} = \text{منسوب المحطة التى يقف فوقها الجهاز} + \text{ارتفاع الجهاز (ع)} \pm \text{ص} - \text{قراءة الشعرة الوسطى.}$$

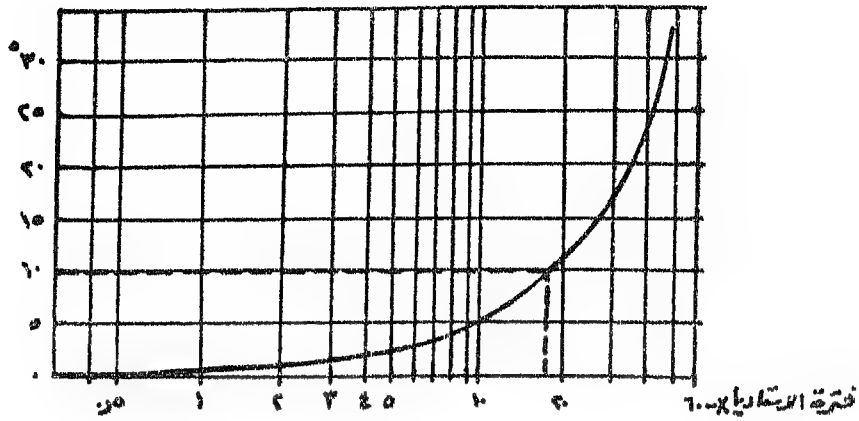
وتختلف الإشارة الجبرية لفرق المنسوب (ص) حسب الزاوية الرأسية للمنظار فتكون موجبة (+) إذا كانت زاوية إرتفاع أى المنظار مائلاً إلى أعلى، وسالبة (-) إذا كانت زاوية إنخفاض أى المنظار مائل إلى أسفل.

وهناك جداول تبين فرق المنسوب وهو محسوب لكل ١٠٠ م حتى زاوية رأسية قدرها ٦٠° ٣٩ (ملحق رقم ٢). وهذا الجدول مقسم أيضاً إلى خانات رأسية من صفر° إلى ٣٩° وإلى حقول أفقية هي الدقائق بفواصل قدره ٢ دقيقة. وقيمة (ص) المقابلة لـ ١٠٠ م هي القيمة عند تقاطع قراءة الزاوية (رأسياً) مع قراءة الدقائق (أفقياً)، ويضرب هذا المعامل بعد قسمته على ١٠٠ فى حاصل ضرب فترة الأستاذيا فى الثابت التاكيومتري. ففى المثال السابق (صفحة ٣٧) تكون:

$$\text{ص} = (٣٩,٢٦ - ٠,٧٤) \times ١٠٠ \times \frac{١٧,٨٦}{١٠٠} \times ٢,٥٢ \times ١٠٠ = ١٧٨٦,٠١ = ٤٥,٠٠١ \text{ م}$$

ولأن الزاوية الرأسية زاوية إرتفاع وإشارتها موجبة (+) فإن قيمة ص تأخذ نفس الإشارة (ص = + ٤٥,٠٠١ م).

وقد جرى تفريغ هذه الجداول فى شكل منحني بياني نصف لوغاريتمى (شكل ١٠) يبين العلاقة بين الزوايا الرأسية (على المحور الرأسى الحسابى) وقيمة (ص) لكل ١٠٠ م (على المحور الأفقى اللوغاريتمى)، ومنه يمكن تعيين قيمة (ص) لأى زاوية رأسية مقابلة لمسافة ١٠٠ م، ويضرب هذه القيمة فى فترة الأستاذيا المقررة على القامة ينتج قيمة (ص) المطلوبة. فإذا كانت الزاوية الرأسية ١٠° مثلاً فإن فرق المنسوب المقابل لها على المنحنى هو ١٧,٤ م، وإذا كانت فترة الأستاذيا ١,٦ م فإن (ص) المطلوبة = ١٧,٤ × ١,٦ = ٢٧,٨٤ م. ويلاحظ أن المنحنى يتجه موازياً للمحور الرأسى (محور الزوايا الرأسية) للزوايا التى تزيد عن ٤٠°.



الفرق في المنسوب بين قراءة الشعرة الوسطى
ومنسوب سطح الجهاز (بالمتر)
شكل (١٠)

طريقة أخرى لحساب فرق المنسوب :

تعرف هذه الطريقة باسم طريقة التدرج، وهي تعتبر من أسرع وأدق الطرق في حساب فرق المنسوب في الأراضي محدودة التضرس والرصدات خفيفة الميل أى أن قيمة الزاوية الرأسية محدودة نسبياً. وتعتمد هذه الطريقة على قياس عدد فترات الأستاذيا التي من خلالها يرفع أو يخفض المنظار لتقرأ الشعرة الوسطى لارتفاع معين على القامة. ولإيجاد فرق المنسوب بين نقطة القامة و سطح المنظار بهذه الطريقة يتبع الآتى :

- ١ - تقرأ فترة الأستاذيا على القامة والمنظار فى وضع مائل، ثم يسوى المنظار أفقياً تماماً. وبالرصد خلال المنظار يلاحظ أن الشعرات لاتتقاطع مع القامة بل تتلاقى مع بعض تضاريس المنطقة.

٢ - يلاحظ تقاطع الشعرة العليا مع أى نقطة مميزة على سطح الأرض ولتكن قطعة حجر مثلاً.

٣ - باستخدام مسمار الحركة البطيئة للمنظار يحرك المنظار إلى أعلى حتى تتقاطع الشعرة السفلى مع نفس النقطة المميزة السابق الرصد عليه فى البند ٢ فيكون المنظار قد تحرك مقدار استاديا كاملة إلى أعلى. ثم يلاحظ تقاطع الشعرة العليا مع هدف آخر.

٤ - يحرك المنظار بمسمار الحركة البطيئة حتى تتلاقى الشعرة السفلى مع الهدف الآخر فى البند ٣ فيكون قد تحرك فترة استاديا كاملة أخرى إلى أعلى. ويكرر العمل عدد من المرات حتى تتقاطع الشعرة الوسطى مع القامة وتؤخذ قراءة القامة عليها.

٥ - فرق المنسوب = فترة الاستاديا × عدد المرات - قراءة الشعر الوسطى (شكل ١١).

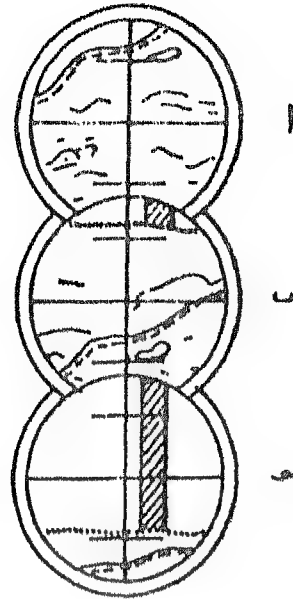
مثال: فترة الاستاديا = ١,٦٥ م.

عدد المرات = ٤,٠٠.

قراءة الشعرة الوسطى = ٠,٦٠ م.

∴ فرق المنسوب بين نقطة القامة و سطح المنظار = $١,٦٥ \times ٤,٠٠ - ٠,٦٠$ م

٦ - لا يشترط عند استخدام طريقة التدرج أن يكون الهدف الذى يستخدم فى إيجاد عدد فترات الاستاديا قريباً من نقطة القامة طالما يكون فى حدود الرؤية والتطبيق الدقيق. ولكن عندما تكون خطوط النظر قصيرة يراعى أن يكون الهدف المستخدم قريباً قدر الإمكان من نقطة القامة، ذلك لأن خطأ التطبيق فى خطوط النظر القصيرة يكون أقل مدى منه فى خطوط النظر الطويلة.



شكل (١١)

إستخدام نصف فترة الأستاذيا فى طريقة التدريج :

عند إستخدام طريقة التدريج فى إيجاد فرق المنسوب فى المسافات الطويلة قد يكون الطول الكلى للقامة أقل من فترة الأستاذيا، لذلك عند تحريك فترة الأستاذيا الأخيرة قد تتعدى الشعرات القامة، لذا يجب تحريك الفترة الأخيرة نصف فترة أستاذيا بدلاً من فترة كاملة، وبذلك تقع شعرات الأستاذيا على القامة ونقرأ شعرة الأستاذيا الدالة على ربع الفترة. وتستنتج قراءة الشعرة الوسطى بمعلومية فترة الأستاذيا كما فى المثال التالى :

طول القمة = ٤ م.

فترة الأستاذيا : ٩,٨٤ (بقراءة ربع فترة الأستاذيا ثم ضربها $\times ٤$).

عدد فترات الأستاذيا التي تحركها المنظار من الوضع الأفقى = ٤,٥ مرة.

قراءة شعرة الأستاذيا للربع العلوى = ١,٥٢ م.

∴ قراءة الشعرة الوسطى = $٩,٨٤ \div ٤ - ١,٥٢ = ١,٣٩$ م

∴ فرق المنسوب = $٩,٨٤ \times ٤,٥ + ١,٣٩ = ٤٥,٦٧$ م

العمل بالبلانشيطة لتنفيذ الميزانية الشبكية (الميزانية الكنتورية) :

ذكر من قبل أن جهاز البلانشيطة يستعمل عند تنفيذ الميزانية بطرق الإشعاع والنقط المبعثرة، والطريقة المباشرة.

أولاً : طريقة الإشعاع :

بعد تشكيل المضلع حول أو خلال المنطقة المراد إجراء ميزانية شبكية لها وضبطه، وتوقعه يجرى الآتى :

١ - توضع البلانشيطة فوق إحدى نقط المضلع مثل (أ) (شكل ١٢) وتضبط أفقيتها، وترفع النقطة (أ) من الطبيعة إلى (أ) على لوحة البلانشيطة بواسطة شوكة الإسقاط.

٢ - توجه الأليداد إلى النقطة التالية لنقطة أ (ب مثلاً) وترصد النقطة (ب) ويرسم الشعاع أ ب) وتوقع عليه النقطة (ب) ، كذلك ترصد النقطة السابقة لنقطة (أ) فى الترافيرس (و مثلاً) ، ويرسم الشعاع (أ و) ويوقع عليه النقطة (و) . ويحسن توجيه أشعة إلى أكثر من نقطة، من نقط المضلع كلما أمكن ذلك.

٣ - يختار إتجاه ثابت وليكن الإتجاه (أ ب) أو (أ و) ، ويعين منه إتجاه خطوط شعاعية صادرة من النقطة أ تتقارب أو تتباعد أى تصغر أو تكبر الزوايا بينها حسب طبيعة الأرض.

٤ - توضع حافة الأليداد منطبقة على الشعاع الأول، وترصد مناسب سطح

الأرض عند نقط تغير الإنحدار على طول إتجاه هذا الشعاع. والأرصاد اللازمة لتحديد موقع القامة ومنسوب الأرض تحتها هي : قراءة الشعرات العليا والوسطى والسفلى، والزاوية الرأسية سواء كانت زاوية إرتفاع أو إنخفاض، وإرتفاع المحور الأفقى للمنظار عن سطح الأرض التى يقف عليها الجهاز.

٥ - يحدد موقع القامة المرصودة بحساب المسافة الأفقية بينها وبين موقع الجهاز، وذلك كالآتى :

أ - إذا كان منظار الأليداد أفقياً تماماً فإن المسافة الأفقية = الفرق بين قراءة الشعرتين العليا والسفلى \times الثابت التاكيومتري لجهاز الأليداد وهو فى العادة = ١٠٠.

ب - إذا صنع المنظار زاوية رأسية فإن المسافة الأفقية = الفرق بين قراءة الشعرتين العليا والسفلى \times الثابت التاكيومتري (١٠٠) \times جتا الزاوية الرأسية.

٦ - يحدد منسوب القامة المرصودة كالآتى :

أ - إذا كان المنظار أفقياً تماماً، فيحسب المنسوب كما يحسب فى الميزانية العادية وذلك بقراءة الشعرة الوسطى على القامة، المنسوب = منسوب المصلحة أ + إرتفاع الجهاز - قراءة الشعرة الوسطى.

ب - إذا كان المنظار مائلاً بزاوية رأسية فيحسب فرق المنسوب أولاً (يرمز له عادة بالرمز ص)، ص = الفرق بين قراءة الشعرتين العليا والسفلى \times الثابت التاكيومتري \times جا الزاوية الرأسية \times جتا الزاوية الرأسية (جا الزاوية الرأسية \times جتا الزاوية الرأسية = $\frac{1}{4}$ جا ٢ الزاوية الرأسية) ويمكن صياغة المعادلة كالآتى :

ص = الفرق بين الشعرتين العليا والسفلى \times الثابت
التاكيومتري $\times \frac{1}{4}$ جا ٢ الزاوية الرأسية.

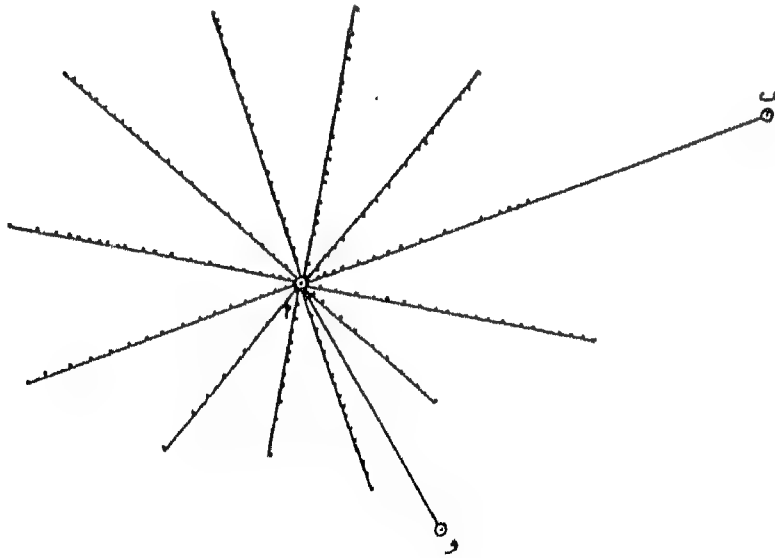
ويحسب المنسوب بعد ذلك كالآتي :

المنسوب في حالة زاوية الارتفاع = منسوب المحطة أ + ارتفاع الجهاز
+ ص - قراءة الشعرة الوسطى

المنسوب في حالة زاوية الانخفاض = منسوب المحطة أ + ارتفاع الجهاز
- ص - قراءة الشعرة الوسطى

٧ - جدول تسجيل الأرصاد كالآتي :

النقطة	قراءة الشعرات			الفرق بين العليا والسفلى	الزاوية الرأسية	المسافة الأفقية	فرق المنسوب (ص)	المنسوب	ملاحظات
	العليا	الوسطى	السفلى						



شكل (١٢)

الميزانية الكتورية بطريقة الإشعاع

٨ - يكرر العمل بنفس الطريقة على باقى الأشعة شعاع بعد شعاع حتى الإنتهاء من العمل فوق النقطة أ ثم ينقل الجهاز لباقى نقط المضلع ويكرر العمل فوق كل نقطة. ترفع النقطة من الطبيعة إلى اللوحة، وترصد وتوقع النقطتان المجاورتان لها السابقة واللاحقة، ثم تعين إتجاه الخطوط، وترصد مواقع ومناسيب نقط تغير إنحدار سطح الأرض على طول كل شعاع وتوقع هذه النقط ويسجل بجانبها مناسيبها.

٩ - تجمع لوحات النقط بمساعدة الترافيرس المصحح والسابق توقيعه على اللوحة.

ثانياً : طريقة النقط المبعثرة :

تستعمل هذه الطريقة فى جميع الأحوال ويتم العمل بها بنفس طريقة الإشعاع من تشكيل مضلع المنطقة بحيث يمكن رؤية المنطقة من نقطة ورفعها وتصحيحه وتوقيعه. تحتل البلانشيطة إحدى النقط وترصد النقطتان المجاورتان لها. توجه الأليداد إلى النقط التى يتغير فيها درجة الإنحدار دون التقيد بإتجاه معين ثابت، وتوقع النقط بقياس المسافات إليها تاكيومترياً، وتعين مناسيبها بنفس الطريقة السابقة. وبعد رصد وتوقيع جميع النقط المحيطة بهذه النقطة من نقط المضلع، تنقل البلانشيطة إلى النقطة التالية وهكذا (شكل ١٣) ثم تضم اللوحات إلى بعضها بمساعدة الترافيرس السابق توقيعه فينتج لوحة المناسيب الكلية للمنطقة المراد رفع مناسيبها

ثالثاً : الطريقة المباشرة :

تعتمد الطريقة المباشرة لرسم خطوط الكنتور على تحديد عدد من النقط فى الطبيعة لها نفس المنسوب ثم ترفع هذه النقط على الخريطة. وتعطى هذه الطريقة دقة متناهية لكنها تحتاج إلى وقت وجهد وعامل ماهر متمرن. وتستخدم عند إنشاء الخرائط ذات الفاصل الكنتورى الصغير (تتراوح بين ١ ، ٢ م).

وبين (شكل ١٤) منطقة المطلوب تعديل الخريطة كنتورية لها بفارق رأسى قدره ١ م. فجسم معلومية منسوب نقطتى الترافيرس (س ، س مثلاً) تسين مواقع خطوط الكنتور فى التليسة ثم ترؤج على السريعة وذلك بانباغ المخلوات التالية:

١ - اختيار نقطة ممره دلة بالمعاقمة وانكن ده يمكن منها رؤية كل من نقطتى س ، ص وشغل بميزان أو بالاشيعة مزودة باليداد تلسكوبى أفقى يتوم بهمل الميزان.

٢ - بحسب المنسوب المتوسط لسطح الميزان أو الأليداد بالرصد على قامة رأسية عند الثقلتين س ، ص على التوالى :

منسوب النقطة (س) = ١٣٦,١٥ م.

قراءة القامة عند (س) = ١,٢٠ م.

∴ منسوب سطح الميزان عند هـ = ١٣٦,١٥ + ١,٢٠ = ١٣٧,٣٥ م

منسوب النقطة (ص) = ١٣٤,٨٠ م

قراءة القامة عند (ص) = ١,٦٠ م

∴ منسوب سطح الميزان عند هـ = ١٣٤,٨٠ + ١,٦٠ = ١٣٦,٤٠ م

∴ متوسط منسوب سطح الميزان عند هـ = $\frac{١٣٦,٤٠ + ١٣٧,٣٥}{٢} = ١٣٦,٨٣$ م

٣ - لتحديد خط كنتور ١٣٥ م مثلاً يجب أن تكون القراءة على القامة

$= ١٣٦,٨٣ - ١٣٥,٠٠ = ١,٨٣$ م

تحدد أول نقطة فى الحقل تعطى هذه القراءة على القامة برصد عدة نقط حتى الوصول إلى النقطة (أ) مثلاً التى تعطى القراءة ١,٨٣ م على القامة فتكون هذه النقطة إحدى نقط خط كنتور ١٣٥.

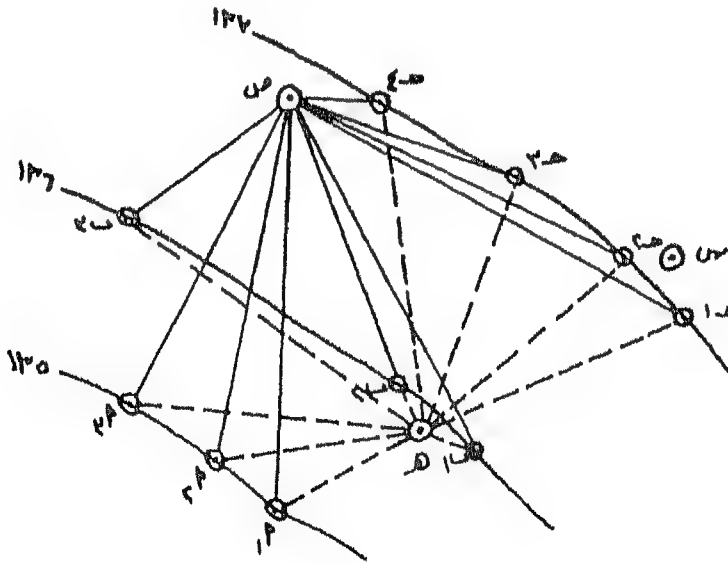
٤ . تنقل القامة على المسار التقريبى المقدر لخط الكنتور (وهذه تحتاج إلى عامل

أو مساعد ذى خبرة) ويتكرر تعيين النقط A_1, A_2, A_3, \dots أن وعند كل نقطة يتم تحديدها يدق وتبدأ لتعيين موقعها على سطح الأرض.

٥ - يكرر نفس العمل لتعيين نقط خط كنتور ١٣٦ م مثلاً بتعيين قراءة القامة التي تعطى هذا المنسوب والتي تساوى $136,83 - 136,00 = 0,83$ م.

٦ - بعد تحديد نقط خطوط الكنتور المختلفة فى الطبيعة ترفع هذه النقط باستخدام البلانشيطة وذلك باحتلال إحدى نقطتى الترافيرس وتكن (ص) مثلاً وتوجه البلانشيطة توجيهاً أساسياً وتسوى أفقيتها وترسم أشعة من ص إلى نقط خطوط الكنتور المختلفة. وتعين هذه النقط بمعلومية مسافاتها الأفقية بالطرق السابق شرحها.

٧ - يوصل بين نقط كل خط كنتور بخط منحنى فيتم الحصول على خطوط الكنتور موقعة على الخريطة بالمقياس المطلوب رسمها به.



شكل (١٤)

الميزانية الكنتورية بالطريقة المباشرة

طريقة رسم خطوط الكنتور

تعتبر لوحة المناسيب المرحلة الأولى لإنشاء خطوط الكنتور، إذ يتم توصيل النقاط متساوية المنسوب بخط منحني هو خط الكنتور، ويسجل عليه منسوب تلك النقاط التي يربط بينها. وعادة لا نجد على لوحة المناسيب نقط يتفق منسوبها مع خط الكنتور المطلوب لإنشائه، فنقط المناسيب تتحدد كثافتها من حيث الكثرة أو القلة تبعاً لطبيعة سطح الأرض من ناحية وتبعاً لإمكانات المساح وأجهزته وأدواته من ناحية أخرى، بينما ترسم خطوط الكنتور تبعاً للغرض من إنشاء الخريطة. وعند رسم خط كنتور لا يتفق منسوبه مع نقط المناسيب الموقعة على لوحة المناسيب أو أن نقط المناسيب المتفقة معه غير كافية لإنشائه، فإنه يجب إيجاد النقاط المطلوبة حتى يمكن رسمه بدقة مقبولة. وتختلف طرق حساب وتوقيع تلك النقاط المطلوبة فبعضها حسابية وبعضها تخطيطية. وتقوم تلك الطرق على قاعدة هامة هي إعتبار سطح الأرض منتظماً الانحدار بين كل نقطتين منسوب متجاورتين حتى يمكن تحديد وتوقيع نقط المنسوب المطلوبة بينهما، أي أن القطاع بينهما على شكل خط مستقيم.

أولاً : الطريقة الحسابية:

هذه الطريقة وإن كانت طويلة ومملة إلا أنها تعطي نتائج دقيقة وتناسب المناطق التي لا يزيد فيها التضرس النسبي أو المخلى عن ١٠ - ١٢ متراً. كما تناسب إنشاء الخرائط الكنتورية المطلوبة لإجراء حسابات تسوية سطح الأرض لاستصلاحها وإستزراعها أو تسويتها لغرض إنشاء مباني عليها أو لإنشاء الطرق، أي أن الهدف من الخريطة هدفاً اقتصادياً. وأساس تلك الطريقة هو التقسيم التناسبي بالحساب.

ولتوضيح ذلك يراد تحديد نقط المناسيب المطلوبة لرسم خطوط الكنتور ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ متراً في المربع الأيمن العلوى من لوحة المناسيب (شكل ٣) حيث

طول ضلع الشبكة على اللوحة ٢ سم. فبالنسبة للضلع المحصور بين نقطتي المنسوب ٣,٨ م ، ٧,٤ م يتم حساب فرق المنسوب بينهما (٧,٤ - ٣,٨ = ٣,٦ م)، ثم حساب فرق المنسوب بين منسوب أحد الركنين (عادة المنسوب الأقل) ومنسوب النقطة المطلوبة لرسم خط كنتور ٤م (٣,٨ - ٤,٠ = ٠,٢ م) ثم يحدد موقع نقطة المنسوب المطلوبة على النحو التالي :

٣,٦ م فرق منسوب يقابله مسافة أفقية قدرها ٢ سم.

٠,٢ م فرق منسوب يقابله مسافة أفقية قدرها ٠ م.

$$س = \frac{٢ \times ٠,٢}{٣,٦} = ٠,١١ سم$$

أى أن نقطة منسوب ٤م تقع على مسافة ٠,١ سم من نقطة المنسوب ٣,٨ م. وبنفس الطريقة يتم تحديد موقع نقطة المنسوب ٥,٠ م.

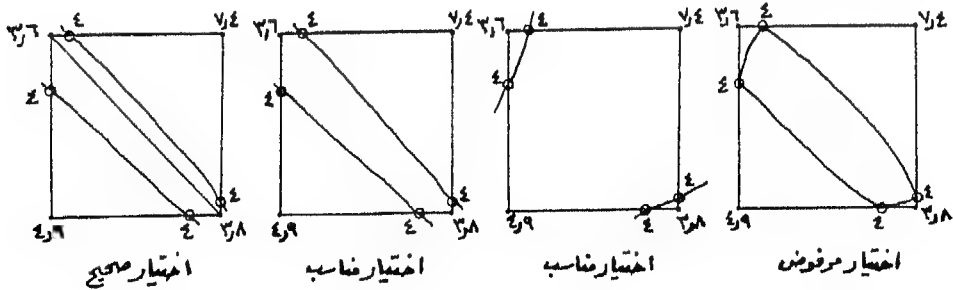
$$س = \frac{٢ \times ١,٢}{٣,٦} = ٠,٧ سم$$

أى أن نقطة منسوب ٥ م تقع على مسافة ٠,٧ سم من نقطة المنسوب ٣,٨ م.

$$\text{وكذلك نقطة منسوب ٦ م} = \frac{٢ \times ٢,٢}{٣,٦} = ١,٢ سم ، \text{ ونقطة منسوب ٧ م} = \frac{٢ \times ٣,٢}{٣,٦} = ١,٨ سم.$$

وتوقع تلك المسافات بدقة على ضلع المربع بواسطة المسطرة، ويكتب بالقلم الرصاص الخفيف المنسوب بجوار كل نقطة. وكذلك الحال بالنسبة لضلع المربع المحصور بين نقطتي المنسوب ٣,٦ ، ٧,٤ فتكون مواقع نقط المناسيب المطلوبة ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ مترأ على مسافات ٠,٢ ، ٠,٧٥ ، ١,٣ ، ١,٨ ، ستيتعترأ على الترتيب من نقطة المنسوب ٣,٦. أما بالنسبة للضلع المحصور بين نقطتي منسوب ٣,٦ ، ٤,٩ مترأ فإن موقع نقطة المنسوب ٤م تكون على مسافة ٠,٦ سم من نقطة المنسوب ٣,٦ م. وأيضأ بالنسبة لموقع نقطة المنسوب ٤م المطلوبة على الضلع الرابع تكون على مسافة ٠,٣٥ سم من نقطة المنسوب ٣,٨ م.

وبذلك تحددت مواقع نقط المناسيب المطلوبة لرسم خطوط الكنتور ٤، ٥، ٦، ٧ متراً، ثم يتم بعد ذلك توصيل كل نقطتين متساويتين بخط هو جزء من خط الكنتور المطلوب. وقد يصادف وجود أربع نقاط منسوب ذات قيمة واحدة، فهل يتم توصيلها بخط على شكل حلقة مقفلة هو خط كنتور ٤م ؟ كقاعدة عامة يجب أن لا يمس خط الكنتور المطلوب أى ضلع من أضلاع الشبكة، بل يجب أن يقطعه أى يمر بالنقطة المحددة قاطعاً ضلع الشبكة. ويترتب على ذلك تساؤل آخر هو : هل يتم توصيل نقطتي المنسوب ٤م على الضلعين الأيمن والأسفل، ثم بين النقطتين على الضلعين الأيسر والأعلى ؟ أم التوصيل بين النقطتين على الضلعين الأيمن والأعلى ثم بين النقطتين على الضلعين الأيسر والأسفل ؟ وللتغلب على تلك المشكلة رأيان : الأول إستنتاج منسوب نقطة تقاطع قطري المربع حسابياً واعتبارها نقطة منسوب يتم تحديد نقط المنسوب المطلوبة بينها وبين الأركان الأربعة، والثاني أن يتم رسم أحد القطرين وهو القطر الذى فرق المنسوب بين طرفيه أقل ، على أساس أن احتمال إنتظام إنحدار سطح الأرض عليه أكبر من احتمال إنتظام إنحدار سطح الأرض على القطر الآخر، طالما أن تحديد نقط المناسيب المطلوبة لرسم خط الكنتور يقوم على قاعدة إعتبار سطح الأرض بين كل ركنين من أركان المربع منتظم الإنحدار. وسواء كان أحد الرأيين مرجحاً عن الآخر، فإن هذه العملية تحدد مسار خط الكنتور داخل فراغ المربع بدقة (شكل ١٥).



حيث:
 $(37.6 - 37.8) > (37.9 - 38.0)$

شكل (١٥)

طريقة حسابية أخرى : تحدد مواقع نقط المنسوب المطلوبة لرسم خطوط
كنتور ٤، ٥، ٦، ٧ متراً فى المثال السابق بين نقطتى منسوب ٣، ٨ م ، ٧، ٤ م
على النحو التالى :

فرق المنسوب بين النقطتين $3,6 = 3,8 - 7,4$ م
نسبة الإنحدار بين النقطتين فى الطبيعة $= \frac{\text{فرق المنسوب بالمتر}}{\text{المسافة الأفقية بالمتر}} = \frac{3,6}{20} = 0,18$
أى أن سطح الأرض ينحدر بمقدار ٠,١٨ م فى مقابل كل متر أفقى ، أو بمعنى
آخر أن كل متر أفقى يقابله ٠,١٨ م فرق منسوب. ولتحديد نقطة المنسوب المطلوبة
٤ م ، يحدد فرق المنسوب بينها وبين نقطة المنسوب ٣,٨ م $(= 0,2 \text{ م})$.

١ م مسافة أفقية يقابله ٠,١٨ م فرق منسوب

س مسافة أفقية يقابله ٠,٢ م فرق منسوب

$$\therefore \text{س} = \frac{0,2 \times 1}{0,18} = 1,1$$

وتوقع تلك المسافة الأفقية على لوحة المناسيب حسب مقياس رسمها (١:١٠٠٠)
لتعيين نقطة منسوب ٤ م $(= 0,1 \text{ سم})$. وكذلك لتحديد نقطة المنسوب
٥ م:

١ م مسافة أفقية يقابله ٠,١٨ م فرق منسوب

س مسافة أفقية يقابله ١,٢ م فرق منسوب

$$\therefore \text{س} = \frac{1,2 \times 1}{0,18} = 6,67 \text{ م}$$

وتوقع تلك المسافة على لوحة المناسيب لتعيين نقطة المنسوب ٥ م ، وكذلك توقع
المسافة ١٢,٢ م لتعيين نقطة المنسوب ٦ م والمسافة ١٧,٨ م لتعيين نقطة المنسوب
٧ م ، وهكذا على بقية أضلاع الشبكة.

ثانياً : الطرق التخطيطية :

١ - طريقة الأعمدة العكسية : يمكن تحديد نقط المنسوب المطلوبة لرسم خطوط كنتور ٤، ٥، ٦، ٧ فى المثال السابق على الضلع المحصور بين نقطتي منسوب ٣,٨ ، ٧,٤ على لوحة المناسيب مباشرة وذلك على النحو التالى :

أ - لتحديد نقطة المنسوب ٤ م ، يتم حساب فرق المنسوب بينها وبين النقطة ٣,٨ م ($= ٠,٢$ م) ، وبينها وبين النقطة ٧,٤ م ($= ٣,٤$ م) .

ب - يرسم بالقلم الرصاص الخفيف عند نقطة المنسوب ٣,٨ م عمود على الضلع طوله ٠,٢ م بأى مقياس رسم مناسب وليكن طوله ٢ ملليمتر ، أى أن كل ١ م فرق منسوب = ١ ملليمتر ، ويرسم عمود آخر عند نقطة المنسوب ٧,٤ م طوله ٣,٤ م بنفس مقياس الرسم المختار لرسم العمود السابق أى طوله ٣,٤ ملليمتر ولكن فى الجهة العكسية ، ثم نصل بين طرفى العمودين بخط يتقاطع مع الضلع فى نقطة هى موقع نقطة منسوب ٤ م المطلوبة .

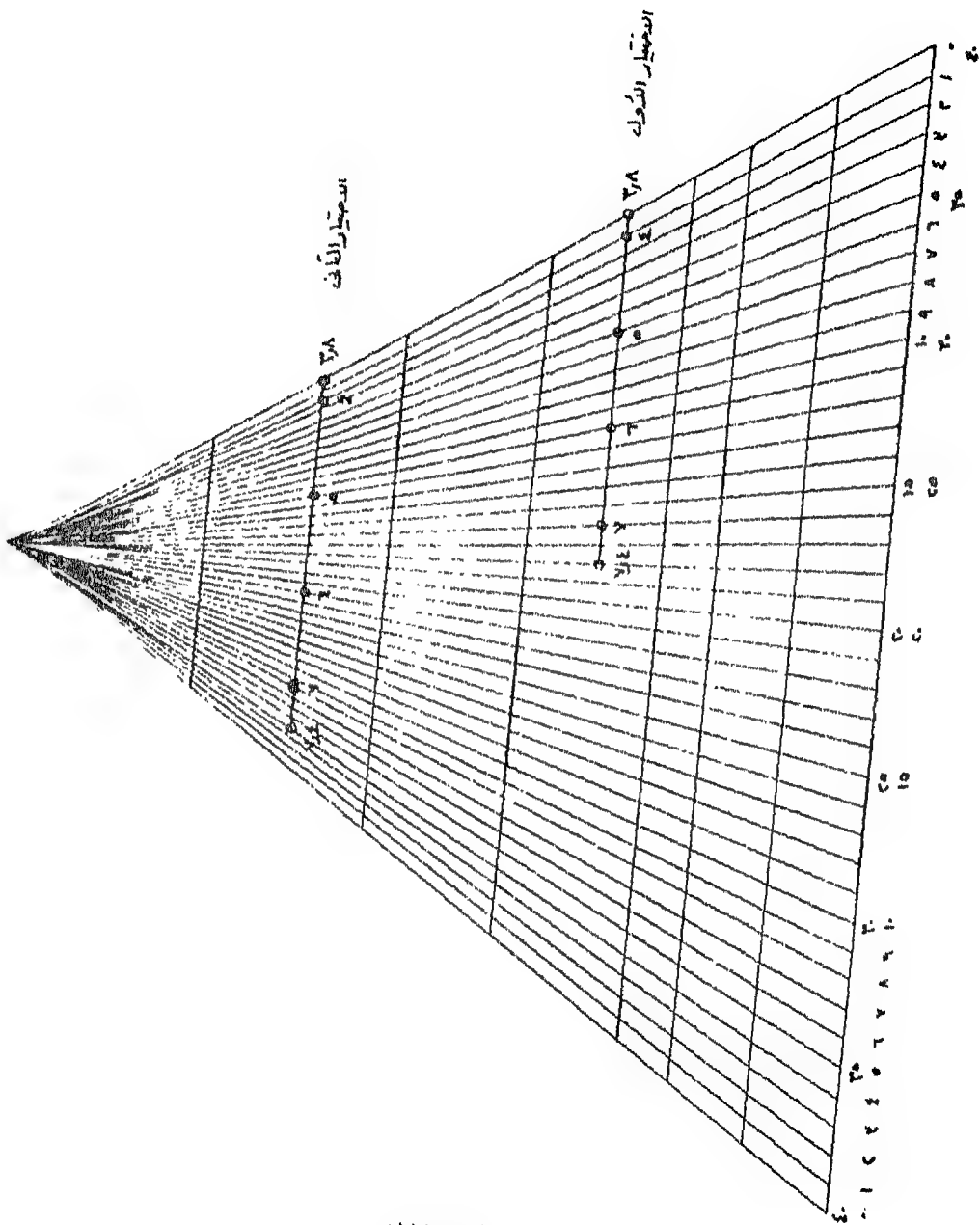
ج - لتحديد موقع نقطة منسوب ٥ م (فرق المنسوب بينها وبين النقطة ٣,٨ م $= ١,٢$ م وبينها وبين نقطة المنسوب ٧,٤ م $= ٢,٤$ م) ، يرسم عمودان فى إتجاهين عكسيين عند طرفى الضلع بنفس مقياس الرسم المختار سابقاً أحدهما طوله ١٢ ملليمتر عند نقطة ٣,٨ م والآخر طوله ٢٤ ملليمتر عند نقطة ٧,٤ م وتتوصل طرفى العمودين بخط يتقاطع مع الضلع يتحدد موقع نقطة المنسوب ٥ م .
وبنفس الطريقة يتم تحديد نقطتين المنسوب ٦، ٧ م (شكل ١٦) . وهكذا على بقية أضلاع الشبكة .

مقياس مناسب لتقسيم فرق المنسوب بينهما وهو ٣,٦ م إلى عدد من الأقسام المتساوية وبحيث تكون قيمة القسم الواحد مناسبة أيضاً لتحديد نقط المنسوب المطلوبة. يمكن تقسيم ٣,٦ م إلى ١٨ قسماً قيمة القسم الواحد ٠,٢ م (إختيار أول) أو إلى ٣٦ قسماً قيمة القسم الواحد ٠,١ م (إختيار ثاني).

ج - توضع شفاة الكللك على لوحة المناسيب بحيث يكون الضلع المحصور بين نقطتي المنسوب ٣,٨ م ، ٧,٤ م موازياً للخط أ ب وذلك بمساعدة الخطوط الأفقية، ثم تحرك الشفاة إلى أعلى أو إلى أسفل حتى ينطبق الحد الخارجى للمثلث (تدريجه = صفر) على نقطة المنسوب ٣,٨ م وينطبق الخط المائل رقم ١٨ على نقطة المنسوب ٧,٤ م (الإختيار الأول) أو الخط المائل رقم ٣٦ (الإختيار الثاني) مع المحافظة على الوضع المتوازي المذكور سابقاً. وبذلك يقسم الضلع إلى ١٨ قسماً متساوية قيمة القسم الواحد ٠,٢ م أو إلى ٣٦ قسماً متساوية قيمة القسم الواحد ٠,١ م بواسطة الخطوط المائلة.

د - تعين نقطة المنسوب ٤ م على الخط المائل رقم ١ أى على بعد قسم واحد مقداره ٠,٢ م ، وكذلك نقطة منسوب ٥ م على الخط المائل رقم ٦ (٦ × ٠,٢ = ١,٢ + ٣,٨ = ٥ م)، وأيضاً نقطة منسوب ٦ م على الخط المائل رقم ١١، ونقطة منسوب ٧ م على الخط المائل رقم ١٦ (١٦ × ٠,٢ = ٣,٢ + ٣,٨ = ٧ م). أو أن تحدد نقط المناسيب ٤، ٥، ٦، ٧ متراً على الخطوط المائلة أرقام ٢، ١٢، ٢٢، ٣٢ (الإختيار الثاني). ويتم تعيين تلك النقط بواسطة دبوس إبرة أو أى أداة أخرى مناسبة (شكل ١٧). وبنفس الطريقة يتم تحديد نقط المناسيب المطلوبة على بقية أضلاع الشبكة.

وعادة يكون لدى الخرائطي عدة شفافات بمثلثات مختلفة الأبعاد ومختلفة التقسيم تتناسب مع مايمكن أن يصادفه من شبكات نقط المناسيب.



شكل (١٧)

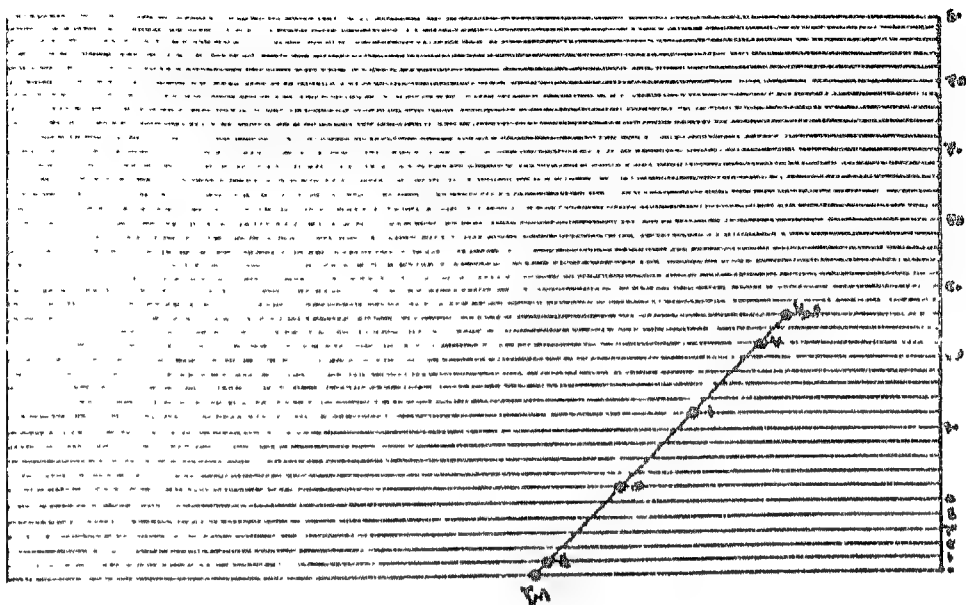
٣ - طريقة الخطوط المتوازية على مسافات متساوية : تشبه هذه الطريقة طريقة المثلث الشفاف إلا أنها لا تتطلب تحقيق شرط التوازي، لذا تعد طريقة سهلة وسريعة، وتتلخص فى :

أ - تجهز لوحة شفافة من ورق الكلك، ويرسم عليها مجموعة من الخطوط الأفقية المتوازية بطول مناسب وعلى مسافات متساوية قد تكون ٢ أو ٣ أو ٤ أو ٥ ملليمترًا، وترقم بدءاً من الصفر وذلك فى الاتجاهين من أسفل إلى أعلى ومن أعلى إلى أسفل.

ب - لتعيين نقط المناسب المطلوبة لرسم خطوط الكنتور ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ متراً فى المثال السابق، توضع شفافة الكلك بحيث ينطبق خط رقم صفر على نقطة على نقطة المنسوب ٣,٨ م ، ثم تدار الشفافة حتى ينطبق الخط رقم ١٨ على نقطة المنسوب ٧,٤ ، أى أن الضلع بينهما قد تم تقسيمه إلى ١٨ جزءاً متساوياً قيمة القسم الواحد ٠,٢ م (إختيار أول) أو ينطبق الخط رقم ٣٦ وبذلك يكون قيمة القسم الواحد ٠,١ م (إختيار ثانى).

ج - تعين نقطة منسوب ٤ م على الخط المتوازي رقم ١ أى على بعد ٠,٢ م ، وكذلك نقطة مناسب ٥,٦,٧ م على الخطوط أرقام ٦ ، ١١ ، ١٦ ، أو أن تحدد نقط المناسب ٤ ، ٥,٦,٧ م على الخطوط المتوازية أرقام ٢ ، ١٢ ، ٢٢ ، ٣٢ (الإختيار الثانى). ويتم تعيين تلك النقط بواسطة دبوس إبرة أو أى أداة أخرى مناسبة (شكل ١٨). ونفس الطريقة يتم تحديد نقط المناسب المطلوبة على بقية أضلاع الشبكة.

وعادة يكو لدى الخرائطى عدة شفافات بخطوط متوازية على مسافات مختلفة تتناسب مع مايمكن أن يصادفه من شبكات نقط المناسب.



شکل (۱۸)

٤ - طريقة المثلث والمستطوي : يستعمل مثلث صغير قائم الزاوية مع مستطوي لتعيين نقط المنسوب المطلوبة ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ م في المثال السابق ، وذلك على النحو التالي :

أ - توضع حافة المستطرة على الضلع المحصور بين نقطتي المنسوب ٣,٨ م ، ٧,٤ م بحيث يقع تدريج ٣,٨ سم على المستطرة على نقطة المنسوب ٣,٨ م ، وتكون رأس الزاوية القائمة بالمثلث عند تدريج ٧,٤ سم على المستطرة.

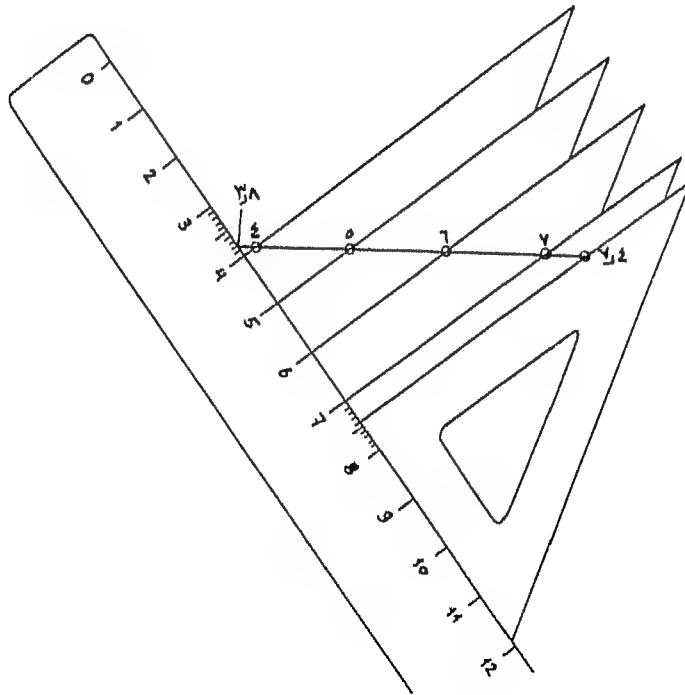
ب - يتم تحريك المسطرة والمثلث على هذا الوضع حتى تقطع نقطة المنسوب ٧,٤ م مماسة للضلع القائم وبشرط المحافظة على تماس التدريج ٣,٨ سم على المسطرة لنقطة المنسوب ٣,٨ م.

جد - تثبت المسطرة جيداً في هذا الوضع، وبحرك المثلث على حافتها حتى تقع رأس الزاوية القائمة بالمثلث عند تدريج ٤ سم على المسطرة فتقطع حافة

الضلع القائم بالمثلث ضلع الشبكة الواصل بين نقطتي المنسوب في نقطة هي نقطة المنسوب ٤م المطلوبة ويتم توقيهها بالقلم الرصاص، ثم يحرك المثلث مرة أخرى حتى تقع رأس الزاوية القائمة عند تدريج ٥ سم على المسطرة، وتوقع نقطة المنسوب المطلوبة ٥ م، وهكذا بالنسبة لنقطتي المنسوب ٦، ٧ م (شكل ١٩).

د - يتم تحديد نقط المنسوب المطلوبة على بقية أضلاع الشبكة بنفس الطريقة.

في كل الطرق التخطيطية السابقة، وبعد إيجاد مواقع نقط المناسيب التي ستحمر بها خطوط الكنتور المطلوبة يتم توصيل النقط متساوية المنسوب بعضها ببعض بخطوط منحنية ممهدة هي خطوط الكنتور المطلوبة.



شكل (١٩)

الفواصل الكنتورى (الفترة الكنتورية) :

الفواصل الكنتورى هو المسافة الرأسية بين خط الكنتور والذى يليه، ويسمى أحياناً بالفواصل الرأسى أو المسافة الرأسية. وقد يكون الفاصل الكنتورى بالمتراً أو بالقدم حسب طبيعة مقياس رسم الخريطة كيلومتري أو ميلى. ويؤثر الفاصل الكنتورى على درجة وضوح تفاصيل تضاريس سطح الأرض على الخريطة خاصة فى المناطق ذات التضرس النسبى (المحلى) الكبير، حيث تتجاور المناطق شاهقة الارتفاع والأودية السحيقة. ويقصد بالتضرس النسبى أو المحلى مدى التضاريس أى الفرق بين أعلى منسوب وأقل منسوب. فخريطتان مرسومتان بمقياس رسم واحد، أحدهما تمثل منطقة شديدة التضاريس والأخرى تمثل منطقة قليلة التضرس، فمن الطبيعى أن نجد الفاصل الكنتورى فى الأولى أكبر منه فى الثانية. وهكذا قد نجد الفاصل الكنتورى فى الأولى ٥٠ م أو ١٠٠ م بينما فى الثانية قد يساوى ٥ م أو ربما متراً واحداً.

أما فى المناطق التى يغلب على طبيعتها التقارب فى المنسوب عدا بعض أشكال سطح الأرض التى تتنافر مناسيبها مع طبيعة التضاريس السائدة، فإن تحديد الفاصل الكنتورى يتم بناء على التضاريس السائدة بغض النظر عن أشكال سطح الأرض الشاذة التى يمكن توضيحها بخطوط الكنتور المساعدة. وتقتصر بعض الجهات المسئولة عن إنتاج الخرائط الطبوغرافية فواصل كنتورية بناء على طبيعة المناسيب ومعدل الإنحدار فى المنطقة المراد إنشاء خريطة كنتورية لها كما فى الجدول التالى :

إختيار الفاصل الكنتورى تبعاً لطبيعة المناسيب ومعدل الإنحدار

طبيعة المناسيب	معدل الإنحدار سطح الأرض	الفاصل الكنتورى المقترح بالمتر
مناسيب منخفضة	٠ - ٥ ٪	١٠
مناسيب منخفضة إلى متوسطة	٢٠ - ٪	١٠
مناسيب متوسطة	٤٥ - ٪	٢٠
مناسيب مرتفعة	أكبر من ٤٥ ٪	٤٠

ويختلف مقدار الفاصل الكنتورى عند إختلاف مقياس الرسم، فالخريطة صغيرة المقياس والتي تبين قارة أو إقليم والتي تتساوى فى مساحة اللوحة المرسومة عليها مع اللوحة التى تبين منطقة محدودة الاتساع بمقياس رسم كبير يكون الفاصل الكنتورى فى الأولى أكبر منه فى الثانية.

ويختلف مقدار الفاصل الكنتورى فى الخريطة الواحدة تبعاً لاختلاف مناسيب المنطقة التى تبينها الخريطة ذات مقياس الرسم الصغير والتى تبين مناطق شاسعة تتباين فيها التضاريس بدرجة كبيرة، إذ من الصعب المحافظة على فاصل كنتورى واحد فى أجزاء الخريطة حتى يمكن الإلمام بأكبر قدر من تفاصيل التضاريس. فالفاصل الكنتورى ١٠٠ م قد يكون مناسباً لتمثيل المناطق الجبلية، ولكنه بالتأكيد غير مناسب للمناطق السهلية، على الرغم مما قد يكون موجود بها من ظاهرات تضاريسية تستحق الظهور، فقد يكون بها أشكال جيورمورفولوجية تقل أبعادها الرأسية عن ١٠٠ م. ولا يخفى علينا أن المناطق السهلية تهتم الجغرافى وغيره فى دراسته أكثر مما تهتم المناطق الجبلية. وعلى العكس من ذلك عند إختيار فاصل كنتورى صغير ومناسب للمناطق السهلية فإن خطوط الكنتور سوف

تتواحد وتقترب من بعضها البعض في المناطق الجبلية وتطحن كثير من المعالم الجغرافية التي كان يمكن قراءتها وتفسيرها إذ كان الفاصل الكنتوري كبير. ويلاحظ عادة في خرائط الأطالس تغير مقدار الفاصل الكنتوري في أجزائها لأنها تضم تبايناً تضاريسياً كبيراً.

وبصفة عامة، فإن الفاصل الكنتوري يتناسب تناسباً عكسياً مع مقياس الرسم فيصغر مع مقياس الرسم الكبير، ويكبر مع مقياس الرسم الصغير. ويتناسب تناسباً طردياً مع شدة تضرس المنطقة فيكبر في المناطق عالية التضرس ويصغر في المناطق قليلة التضرس. وبمعنى آخر كلما كانت الأرض سهلية كلما احتاجت إلى فاصل صغير لبيان التغيرات الطفيفة في السطح، أما في الأراضي الجبلية الوعرة فيجب إختيار فاصل كبير لأنه يكفي لبيان معالم سطح الأرض بدقة.

ويتوقف إختيار الفاصل الكنتوري على الزمن والتكاليف اللازمة للعمل المساحي، فكلما صغر هذا الفاصل كلما زاد العمل الحقل المساحي وزاد معه بالتبعية العمل المكتبي عند رسم خطوط الكنتور، ويتطلب ذلك زيادة في الوقت والتكاليف اللازمين لإنجاز العمل.

كما يتوقف إختيار الفاصل الكنتوري على الهدف من إنشاء الخريطة، إذ يجب إختيار فاصل صغير إذا كان الغرض إنشاء خريطة دقيقة للإستعمالات الهندسية والإنشائية. أما في الخرائط العامة والتي لا تتطلب دقة عالية فمن المناسب أن يكون الفاصل كبيراً.

ويرى بعض الخرائطين أن يكون الفاصل الكنتوري ثابتاً في الخريطة الواحدة، وإذا كانت هناك بعض أجزاء مبسطة من سطح الأرض تحتاج إلى توضيح أو بعض الظواهر الجيومورفولوجية محدودة الإرتفاع كالكومات والرواسب المنحوتية عند أقدام الحافات وعند مخارج الأودية الصغيرة، والمنخفضات الصغيرة كالدولينات، ففي مثل هذه الحالات تستخدم الطرق الخرائطية الأخرى لبيان تلك المعالم مثل خطوط الهاشور، إذ يصعب إستخدام فاصل كنتوري أصغر لبيان تلك

المعالم وإلا أوضحت خطوط الكنتور الإضافية باختلافها بخطوط الكنتور الرئيسية مظهراً مخالفاً لشكل سطح الأرض.

العلاقة بين زوايا إنحدار سطح الأرض والفواصل الكنتورية ومقياس الرسم:

يختلف الفاصل الكنتورى من خريطة لأخرى تبعاً لزوايا إنحدار سطح الأرض فى المنطقة التى تمثلها الخريطة ومقياس الرسم، إذ تؤثر زوايا إنحدار السطح فى إختيار مقياس الرسم المناسب وبالتالى فى المسافة الأفقية أى فى مدى تداخل خطوط الكنتور. ويمكن حساب المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور من العلاقة التالية:

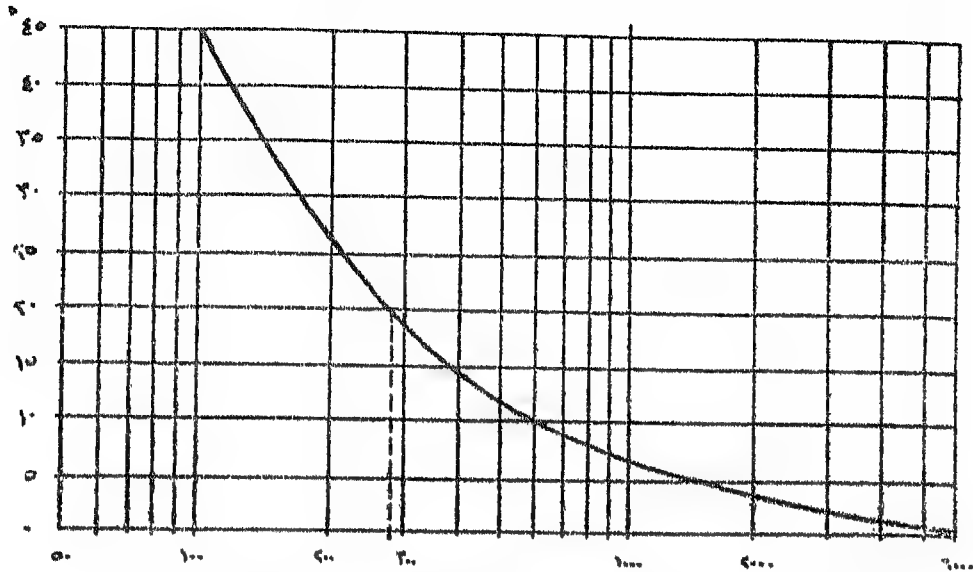
المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور = الفاصل الكنتورى × ظل زاوية إنحدار سطح الأرض

ويبين المنحنى البياني نصف اللوغاريتمى (شكل ٢٠) العلاقة بين المسافة الأفقية (موقعه على المحور الأفقى اللوغاريتمى) وزوايا الإنحدار (موقعه على المحور الرأسى الحسابى) والفواصل الكنتورية المختار. فمثلاً إذا كانت زاوية إنحدار سطح الأرض = ٢٠° والفاصل الكنتورى المراد إنشاء الخريطة على أساسه = ١٠ م تكون المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور باستخدام المنحنى البياني كالتالى :

$$٢٧٥ \times \frac{١٠}{١٠٠} = ٢٧,٥ \text{ م}$$

وذلك بأخذ القراءة على المنحنى المقابلة للزاوية ٢٠° على المحور الأفقى وبضربها فى المعامل $\frac{\text{الفاصل الكنتورى}}{١٠٠}$ يكون الناتج هو المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور بالمتر. فإذا كان مقياس رسم الخريطة ١ : ٥٠,٠٠٠ تكون المسافة الأفقية على الخريطة $\frac{١ \times ٢٧,٥}{٥٠,٠٠٠} = ٠,٥٥$ ملليمتر وهى مسافة أقل من ملليمتر واحد مما يترتب عليه التصاق خطوط الكنتور ببعضها عند رسمها، ولذلك يلزم إختيار فاصل كنتورى أكبر أو إختيار مقياس رسم أكبر للخريطة ١ : ٢٥,٠٠٠ أو ١ : ٢٠,٠٠٠ أو ١ : ١٠,٠٠٠. وفى هذه الحالة تكون المسافة الأفقية بين

خطوط الكنتور ١,١ أو ١,٣٨ أو ١,٧٥ ملليمتر على الترتيب، وبطبيعة الحال فإن هذه المسافات صغيرة أيضاً ولكنها تعبر عن شدة الانحدار.



المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور = $\frac{\text{الفاصل الكنتوري} \times \text{القراءة المقابلة لزاوية الانحدار}}{100}$ على المحور الأفقي اللوغاريتمي

شكل رقم (٢٠)

الخطوط الكنتورية الهامة ونقط المناسيب :

ترسم بعض خطوط الكنتور أحياناً بسمك أكبر من بقية الخطوط، وبعض هذه الخطوط يرسم بقصد تسهيل قراءة المناسيب، وبعضها يرسم لأغراض أخرى. وتكتب قيم الخطوط السميكة فقط بقصد التوضيح وعدم إزدحام الخريطة بالأرقام خاصة إذا كانت خطوط الكنتور متقاربة، وعندئذ يختار خط بعد كل عدد ثابت من خطوط الكنتور، وعادة يكون هذا الخط هو الخامس ومضاعفاته أو العاشر ومضاعفاته. كما أن مثل تلك الخطوط السميكة تبرز الصورة التضاريسية بشكل أوضح.

وقد يكون للخطوط الكنتورية السميكة دلالة علمية خاصة، فخط الصفير خط هام فى لوحات أطلس مصر الطبوغرافى مثلاً لأنه يحدد المناطق التى تنخفض عن مستوى سطح البحر فى المنخفضات الصحراوية مثل بحيرة قارون فى منخفض الفيوم، ومنخفض القطارة وغيره، كما أن خط كنتور ٢٠ م له أهمية خاصة على اعتبار أنه يحدد الدلتا.

ويجب الإحتفاظ بعدد مناسب من نقط المناسيب على الخريطة الكنتورية لتساعد فى توضيح أشكال سطح الأرض التى لا توضحها خطوط الكنتور مثل قمم التلال أو أعلى منسوب على سطح الهضبة أو أدنى منسوب فى قاع الحوض أو عدة نقط مناسبة فى المنطقة الخالية من خطوط الكنتور لتوضح نموج السطح. وهناك عدة إعتبارات يجب مراعاتها هى :

١ - يجب أن تحوى الخريطة الكنتورية نقط منسوب لكل قمة جبل أو قمة تل أو أعلى منسوب فى سلسلة مرتفعات متجاورة، وكذلك أقل منسوب وأعلى منسوب فى قيعان المنخفضات.

٢ - يجب أن تظهر نقطة أعلى منسوب على الأرض المنبسطة الواسعة.

٣ - يجب أن تظهر على الأقل نقطة منسوب واحدة تبين منسوب سطح المياه فى البحيرات والبرك والمستنقعات.

٤ - يجب أن تظهر نقط المناسيب عند إلتقاء الروافد المائية بمجاريها الرئيسية.

نحواط خطوط الكنتور :

١ - بما أن الفاصل الكنتورى يمثل الفرق بين منسوب أى نقطتين على خطى كنتور متتاليتين، فإن أشد المنحدرات إنحداراً هو إتجاه أقصر مسافة بين خطوط الكنتور، ويكون هذا الإتجاه عند أى نقطة على خط كنتور معين عمودياً على إتجاه هذا الخط.

٢ - يمكن أن تنطبق خطوط الكنتور مختلفة المنسوب فوق بعضها البعض وتبدو وكأنها خطأ واحداً وذلك في حالة وجود منحدر رأسى (قائم أو حائطى).

٣ - لا تقابل خطأ كنتور مختلفا المنسوب ليكونا خطأ واحداً، كما لا يمكن أن يتفرع خط كنتور إلى خطين.

٤ - لا يمكن أن ينتهى خط كنتور فى مكان ما على مسطح الخريطة، ولكنه يجب أن يكون مقفلاً، وليس ضرورياً أن يقفل خط الكنتور داخل حدود الخريطة، ولكنه ينتهى عند إطار الخريطة.

٥ - تظهر خطوط الكنتور متتابعة ومتتالية فى قيمها، فتتزايد فى حالة الإرتفاع وتتناقص فى حالة الإنخفاض تبعاً لشكل سطح الأرض، ولا يمكن أن يوجد خط كنتور شاذ فى منسوبه عن الخطوط التى توجد قبله أو بعده.

٦ - لا تقاطع خطوط الكنتور إلا فى حالة الكهوف فقط.

٧ - فى الحلقات الكنتورية المقفلة داخل الخريطة، يكون منسوب خط الكنتور الخارجى أقل قيمة، وتزيد قيم مناسيب خطوط الكنتور بالإتجاه نحو الداخل إذا كانت خطوط الكنتور المجاورة للحلقة فى حالة تزايد فى المناسيب. أما إذا كانت خطوط الكنتور المجاورة للحلقة المقفلة داخل الخريطة فى حالة تناقص فى المناسيب، فإن منسوب خط الكنتور الخارجى يكون أكبر قيمة وتتناقص قيم مناسيب خطوط الكنتور بالإتجاه نحو داخل الحلقة.

٨ - إذا اعترض خطوط الكنتور المتزايدة فى المنسوب حلقة كنتورية، فإن منسوب هذه الحلقة هو منسوب خط الكنتور التى يعلوها مباشرة.

الفصل الثانى

تفسير خطوط الكنتور

وقراءة الخريطة الكنتورية وتحليلها

أولاً : تحديد المنسوب.

ثانياً : حساب قيمة الانحدار.

ثالثاً : تعيين أنواع المنحدرات :

- المنحدرات المنتظمة.

- المنحدرات غير المنتظمة.

رابعاً : أشكال سطح الأرض:

- البروزات.

- الهضاب.

- التلال.

- الجروف.

- الكويستات.

- ظهور الخزائير.

- السلاسل الجبلية.

- الأحواض.

- الأودية والظواهر المصاحبة لها.

- تعرجات خط كنتور الساحل (صفر) والظواهر المرتبطة به.

خامساً : تحليل الخريطة الكنتورية:

- الوحدات التضاريسية.

- السهل.

- الهضبة.

- الجبل.

الفصل الثانى

تفسير خطوط الكنتور

وقراءة الخريطة الكنتورية وتحليلها

تعتبر خطوط الكنتور أنسب طريقة خرائطية - حتى الوقت الحاضر - فى تمثيل سطح الأرض ذى الأبعاد الثلاثة على اللوحة المستوية ذات البعدين، ونجحت فى إبراز عناصر سطح الأرض بصورة علمية دقيقة ومرضية، والتي تمثل فى تحديد المنسوب وحساب قيمة الإنحدار وتعيين أنواع المنحدرات والتعرف على أشكال سطح الأرض.

أولاً : تحديد المنسوب :

منسوب أى نقطة على سطح الأرض هو بعدها الرأسى عن متوسط مستوى سطح البحر. ويمكن تحديد منسوب أى نقطة على الخريطة الكنتورية وذلك فى الحالات الثلاث التالية :

١ - حالة وقوع النقطة على خط كنتور : إذا كانت النقطة المطلوب معرفة منسوبها تقع على خط كنتور، يكون منسوبها هو قيمة خط الكنتور الذى تقع عليه. فإذا كانت النقطة تقع على خط كنتور ٥٠م مثلاً فإن منسوبها هو ٥٠م وهكذا.

٢ - حالة وقوع النقطة بين خطى كنتور : يمثل إفتراض أن سطح الأرض منتظم الإنحدار بين كل نقطتين متجاورتين من نقط المناسيب عند رسم خطوط الكنتور من لوحة المناسيب، الأساس الذى يقوم عليه حساب منسوب أى نقطة تقع بين خطى كنتور. ويترتب على هذا الفرض أن سطح الأرض فى الإتجاه العمودى بين أى خطى كنتور متتاليين منتظم الإنحدار. وبالتالي يمكن حساب منسوب النقطة المطلوبة بالخطوات التالية :

أ - يرسم خطاً بالقلم الرصاص الخفيف عمودياً قدر الإمكان بين خطى الكنتور ويمر بالنقطة.

ب - يقاس طول هذا الخط العمودى على الخريطة بدقة.

ج - تقاس المسافة بين النقطة المطلوبة حساب منسوبها وخط الكنتور الذى يعبرها أو خط الكنتور الأدنى منها على الخط العمودى.

د - يحسب فرق المنسوب بين خطى الكنتور.

هـ - إذا كان المطلوب حساب نقطة (ن) مثلاً الواقعة بين خطى كنتور ١٥م، ٢٠م وكان طول الخط العمودى المار بها ١,٢ سم، والمسافة بينها وبين خط كنتور ١٥م = ٠,٥٥ سم، فإن منسوب (ن) :

فرق منسوب قدره ٥م يقابله مسافة أفقية ١,٢٠ سم

فرق منسوب قدره ٥ س يقابله مسافة أفقية ٠,٥٥ سم

$$\therefore \text{س (فرق المنسوب بين كنتور ١٥م والنقطة ن)} = \frac{٥ \times ٠,٥٥}{١,٢} = ٢,٢٩ \text{م}$$

، ٠,٠ منسوب النقطة (ن) أكبر من منسوب كنتور ١٥م وأقل من منسوب كنتور ٢٠م لأنها تقع بينهما، وقد قيست المسافة بينها وبين خط كنتور ١٥م.

$$\therefore \text{منسوب (ن)} = ٢,٢٩ + ١٥ = ١٧,٢٩ \text{م}$$

و - ويمكن حساب المنسوب النقطة (ن) عن طريق قياس المسافة بينها وبين خط كنتور ٢٠م ، فإذا كانت المسافة ٠,٦٥ سم فإن منسوب (ن) :

فرق منسوب قدره ٥م يقابله مسافة أفقية ١,٢ سم

فرق منسوب قدره ٥ س يقابله مسافة أفقية ٠,٦٥ سم

$$\therefore \text{س (فرق المنسوب بين كنتور ٢٠م والنقطة ن)} = \frac{٥ \times ٠,٦٥}{١,٢} = ٢,٧١ \text{م}$$

٠.٠. منسوب النقطة (ن) أكبر من منسوب كنتور ١٥ م وأقل من منسوب كنتور ٢٠ م لأنها تقع بينهما، وقد قيست المسافة بينها وبين خط كنتور ١٥ م.

$$\therefore \text{منسوب (ن)} = 20 - 2.71 = 17.29 \text{ م}$$

٣ - فى حالة وقوع النقطة داخل حلقة كنتورية : إذا كان منسوب الحلقة الكنتورية فى تتابع مناسب يشير إلى الارتفاع أى التزايد فى المنسوب، فإن منسوب النقطة هو منسوب الحلقة الكنتورية + $\frac{1}{4}$ الفاصل الكنتورى. أما إذا كان منسوب الحلقة الكنتورية فى حالة تتابع مناسب يشير إلى الانخفاض أى التناقص فى المنسوب، فإن منسوب النقطة هو منسوب الحلقة الكنتورية - $\frac{1}{4}$ الفاصل الكنتورى. فإذا كانت النقطة (ن) مثلاً تقع داخل حلقة كنتورية منسوبها ١٥٠ م وفى حالة تزايد المنسوب والفاصل الكنتورى ١٠ م فإن منسوب (ن) = $150 + \frac{1}{4} = 152.5$ م. أما إذا كانت الحلقة الكنتورية فى حالة تناقص المنسوب فإن منسوب (ن) = $150 - \frac{1}{4} = 149.75$ م.

وقد تضم الخريطة الكنتورية نقط مناسب فى بعض أجزائها التى تصغر فيها قيمة الفاصل الكنتورى، أو تقل بها خطوط الكنتور كالسهول الفيضية وقيعان الأودية والمنخفضات أو أعالي المرتفعات وأسطح الهضاب وقمم التلال وذلك بهدف توضيح أشكال سطح الأرض والتعبير عن منسوبها بدقة. وقد توجد بعض هذه النقاط داخل بعض الحلقات الكنتورية، وفى هذه الحالة فإن منسوب النقطة (ن) المطلوبة هو متوسط قيم نقط المناسيب الواقعة بداخلها. أما إذا كانت توجد نقطة منسوب واحدة داخل الحلقة الكنتورية، فإن منسوب النقطة المطلوبة (ن) هو منسوب الحلقة الكنتورية \pm فرق المنسوب بين منسوب الحلقة ومنسوب نقطة المنسوب وذلك تبعاً لطبيعة تتابع مناسب خطوط الكنتور المجاورة للحلقة.

ثانياً : حساب قيمة الإنحدار :

الإنحدار Gradient : هو مقدار أو قيمة ميل سطح الأرض عن المستوى الأفقى. ويمكن التعبير عن قيمة الإنحدار بصور مختلفة : إما بالصورة الزاوية أى بدرجة أو زاوية الإنحدار، أو بالصورة النسبية أى بنسبة الإنحدار أو بصورة المعدل أى بمعدل الإنحدار. ويمكن حساب قيمة إنحدار سطح الأرض على طول إتجاه معين على الخريطة الكنتورية والتعبير عنه بأى صورة من الصور السابقة على النحو التالى :

١ - درجة الإنحدار : هى الزاوية المحصورة بين المستوى الأفقى وسطح الأرض. وينبغى عند حساب درجة الإنحدار على طول خط (إتجاه) محدد على الخريطة بين نقطتين إيجاد فرق المنسوب بين هاتين النقطتين وكذلك حساب المسافة الأفقية بينهما فى الطبيعة عن طريق قياس المسافة بينهما على الخريطة ومقياس الرسم، ثم قسمة فرق المنسوب على المسافة الأفقية. ويعتبر ناتج القسمة هو ظل (ظا) درجة الإنحدار، وبالكشف عن الزاوية المقابلة لهذا الظل فى جداول الظلال يتم الحصول على الزاوية (الدرجة) المطلوبة.

إذا كان المطلوب حساب درجة إنحدار سطح الأرض بين النقطتين أ ، ب على الخريطة، وكان منسوب (أ) ١٢٠ م ومنسوب (ب) ٧٣,٧٥ م ، والمسافة الأفقية بينهما فى الطبيعة ٤٣٠ م فإن :

$$\text{ظا درجة الإنحدار} = \frac{\text{فرق المنسوب}}{\text{المسافة الأفقية}} = \frac{٧٣,٧٥ - ١٢٠}{٤٣٠} = \frac{٤٦,٢٥}{٤٣٠} = ٠,١٠٧٦$$

وبالكشف فى جداول الظلال (أو باستخدام الآلة الحاسبة) فإن درجة الإنحدار = ٢٩° ٠٨' ٠٦"

٢ - نسبة الإنحدار : هى النسبة بين فرق المنسوب والمسافة الأفقية، ويجب أن يكون الحد الأيمن للنسبة واحد صحيح. فى المثال السابق نسبة الإنحدار هى :

فرق المنسوب : المسافة الأفقية

$$٤٦,٢٥ : ٤٣٠$$

$$٩,٢٩ : ١$$

وتعنى هذه النسبة أن كل ١ م فرق منسوب يقابله مسافة أفقية قدرها ٩,٢٩ م.

ويمكن حساب درجة الانحدار من نسبة الانحدار، وذلك بقسمة الحد الأيمن للنسبة على الحد الأيسر $\left(\frac{١}{٩,٢٩}\right)$ ، وناتج القسمة هو قيمة ظل (ظا) الدرجة (الزاوية) المطلوبة والتي يتم الحصول عليها بالكشف في جداول الظلال

$$\frac{١}{٩,٢٩} = ٠,١٠٧٦ = ٠,٨ \quad ٠,٦$$

٢- معدل الانحدار : هو النسبة المئوية لخارج قسمة فرق المنسوب على المسافة الأفقية أى النسبة المئوية لظل درجة الانحدار. وهو أيضاً النسبة المئوية لخارج قسمة الحد الأيمن لنسبة الانحدار على الحد الأيسر. ففى المثال السابق:

$$\begin{aligned} \text{معدل الانحدار} &= \frac{\text{فرق المنسوب}}{\text{المسافة الأفقية}} = ١٠٠ \times \frac{٤٦,٢٥}{٤٣٠} = ١٠,٧٦\% \\ \text{وكذلك معدل الانحدار} &= \frac{\text{الحد الأيمن لنسبة الانحدار}}{\text{الحد الأيسر لنسبة الانحدار}} = ١٠٠ \times \frac{١}{٩,٢٩} = ١٠,٧٦\% \end{aligned}$$

وبعنى هذا المعدل أن كل ١٠٠ م مسافة أفقية يقابلها فرق منسوب قدره ١٠,٧٦ متراً. وبذلك يمكن حساب نسبة الانحدار من معدل الانحدار (١٠,٧٦%) على النحو التالى :

فرق المنسوب : المسافة الأفقية

$$١٠,٧٦ : ١٠٠$$

$$٩,٢٩ : ١$$

كما يمكن حساب ظل (ظا) درجة الانحدار من معدل الانحدار (١٠,٧٦٪) وبالتالي الحصول على درجة الانحدار.

$$\text{ظا درجة الانحدار} = \frac{10.76}{100} = 0.1076 \text{ وبالكشف في جداول الظلال}$$

$$\therefore \text{درجة الانحدار} = 29^\circ 08' 06''$$

وبين (الملحق رقم ٣) العلاقة بين درجة الانحدار ومعدل الانحدار.

ثالثاً : تهيئة أنواع المنحدرات :

المنحدر Slope هو مصطلح وصفى يصف طبيعة التغير في قيمة الانحدار على إمتداد إجتاه معين على سطح الأرض أو خط محدد على الخريطة الكنتورية. ويحدد قيمة الانحدار المتغيران فرق المنسوب والمسافة الأفقية، لذا فإن أى تغير في واحد منهما أو في كليهما سوف يؤدي إلى تغير في هذه القيمة. فعند تساوى المسافة الأفقية مع تغير فرق المنسوب فإن قيمة الانحدار تزداد مع تزايد فرق المنسوب وتتناقص مع تناقصه، أى أن العلاقة بين قيمة الانحدار و فرق المنسوب علاقة طردية بشرط ثبات المسافة الأفقية. وعند تساوى فرق المنسوب مع تغير المسافة الأفقية، فإن قيمة الانحدار تتزايد مع تناقص المسافة الأفقية وتتناقص مع تزايد المسافة الأفقية، أى أن العلاقة بين قيمة الانحدار والمسافة الأفقية علاقة عكسية بشرط ثبات فرق المنسوب.

ويمثل الفاصل الكنتورى فرق المنسوب، وقيمة هذا الفاصل ثابتة على الخريطة الكنتورية، وبذلك فإن الذى يؤثر على قيمة الانحدار بالتساوى أو بالتغير زيادة أو نقصاناً هو المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور. فإذا كبرت المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور صغرت قيمة الانحدار، وإذا صغرت المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور كبرت قيمة الانحدار، وإذا تساوت المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور تساوت قيمة الانحدار. وبناء على تلك القاعدة البسيطة يمكن تحديد أنواع المنحدرات والتعرف عليها من ملاحظة المسافات الأفقية بين خطوط الكنتور، أو بمعنى آخر ملاحظة مدى تقارب وتباعد خطوط الكنتور من بعضها البعض، وكذلك من فحص مناسيبها. فعندما تتقارب خطوط الكنتور من بعضها

البعض دل ذلك على الانحدار الشديد، وإذا تباعدت عن بعضها البعض دل ذلك على الانحدار الخفيف، وإذا تساوت المسافة بين خطوط الكنتور دل ذلك على الانحدار المنتظم وإذا تغيرت المسافة بين خطوط الكنتور دل ذلك على الانحدار غير المنتظم وهكذا. والانحدار الخفيف هو الذى قيمته 10° فأقل والانحدار المتوسط 20° والانحدار الشديد 45° وبالتالي يمكن وصف المنحدرات بالخفيفة جداً، الخفيفة، المتوسطة، الشديدة، الشديدة جداً وهكذا يمكن التعبير عن قيمة الانحدار بالفاظ وصفية هي وصف للمنحدرات.

وتتلخص منحدرات سطح الأرض بصفة عامة فى مجموعتين :

١ - مجموعة المنحدرات منتظمة الانحدار : وهى المنحدرات التى تتساوى على طول امتدادها قيمة درجة الانحدار. أى أن المسافات الأفقية بين خطوط الكنتور تكون متساوية لتمثل مايسمى بـ even slope أى منتظمة الانحدار. وتنقسم منحدرات تلك المجموعة إلى :

أ - المنحدر الرأسى vertical slope . وهو منحدر تبلغ درجة إنحداره 90° أى قائم، وفيه تتطابق خطوط الكنتور فوق بعضها البعض وتظهر وكأنها خط كنتور واحد له عدة مناسيب بعدد خطوط الكنتور المتطابقة. أى أن المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور تساوى صفراً.

ب - المنحدر الشديد steep slope : وفيه تتقارب خطوط الكنتور من بعضها البعض بصورة ملحوظة، وعندما يزداد تقارب خطوط الكنتور تزداد شدة المنحدر ليصبح شديداً جداً. وفى الغالب فإن خطوط الكنتور تميل إلى الإستقامة وقلة التعرج فى هذا النوع من المنحدرات.

ج - المنحدر الخفيف gentle slope : وفيه تباعد خطوط الكنتور عن بعضها البعض بمسافات أفقية ملحوظة، وكلما إزداد التباعد كلما قلت درجة الانحدار حتى يصبح المنحدر خفيفاً جداً.

وهناك بين المنحدرات الشديدة والمنحدرات الخفيفة المنحدرات متوسطة الانحدار moderate slope أى أن المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور متوسطة.

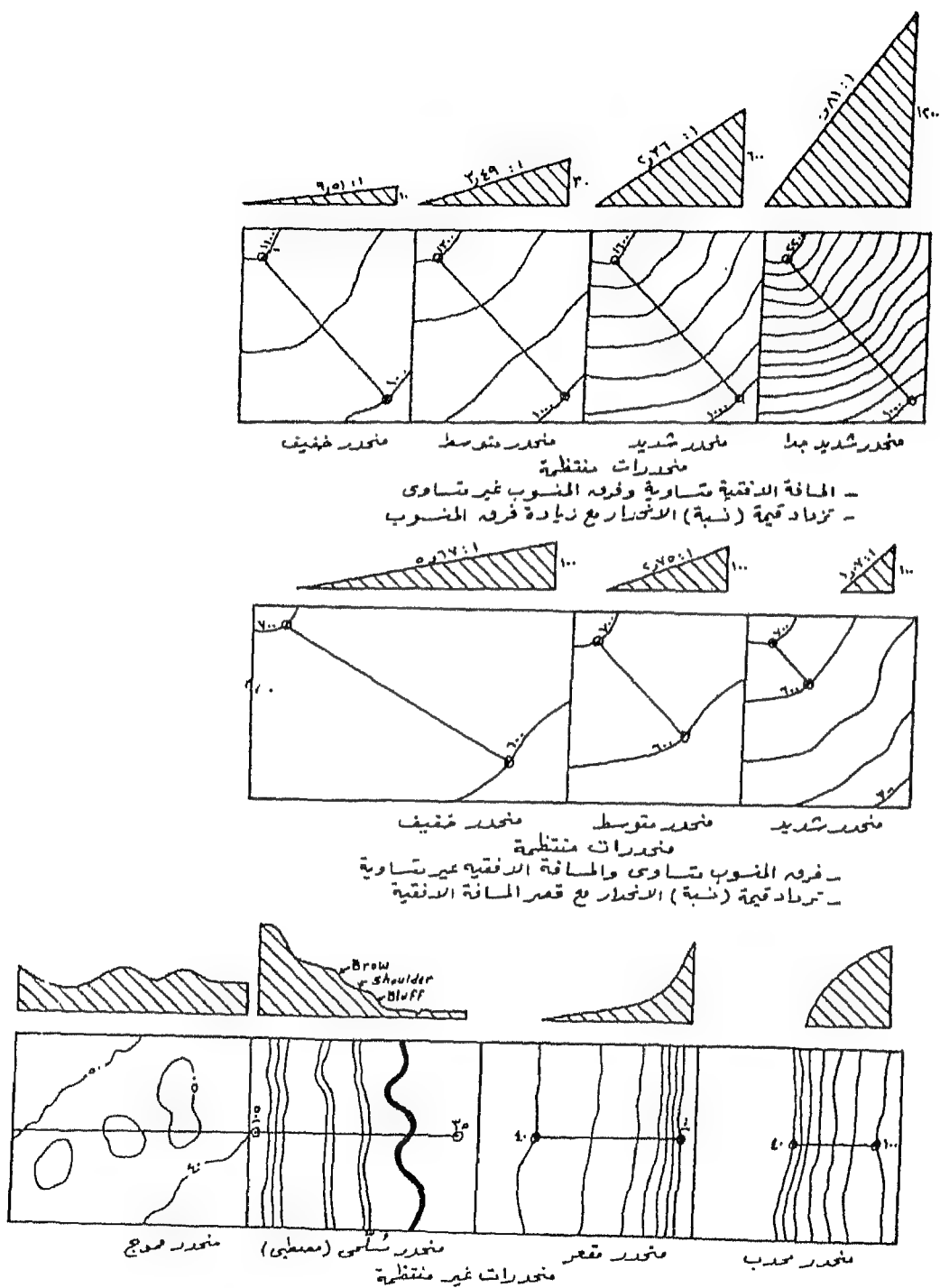
٢ - مجموعة المنحدرات غير منتظمة الانحدار : وهى المنحدرات التى تتغير على طول إمتدادها قيمة درجة الانحدار من القمة إلى القاعدة. وتضم هذه المجموعة عدة أنواع من المنحدرات حسب طبيعة هذا التغير من أعالى المنحدر إلى أسافله :

أ - المنحدر المحدب convex slope وهو المنحدر الذى تقل فى أعاليه درجة الانحدار ثم تأخذ فى التزايد بالإتجاه نحو أسافله. وينعكس ذلك فى تباعد خطوط الكنتور عالية المنسوب عن بعضها، ثم تأخذ فى التقارب من بعضها البعض بالإتجاه نحو المناسيب الأقل، ويزداد تقاربها عند قاعدة المنحدر.

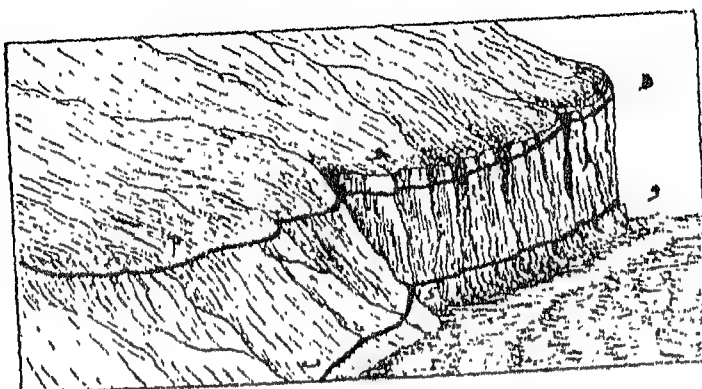
ب - المنحدر المقعر concave slope وهو عكس المنحدر المحدب إذ أن درجة الانحدار كبيرة فى أعاليه وتقل بالإتجاه نحو أسافله. أى أن خطوط الكنتور عالية المنسوب متقاربة وخطوط الكنتور منخفضة المنسوب متباعدة ويزداد تباعدها عند قاعدة المنحدر.

جـ - المنحدر السلمى أو المدرج step slope وفيه تتغير درجة الانحدار على طول إمتداد المنحدر أكثر من مرة، فتنقارب خطوط الكنتور ثم تتباعد ثم تقتارب ثم تتباعد وهكذا بالإتجاه من قمة المنحدر نحو قاعدته. وبالتالي يمكن التعرف على الأجزاء شديدة الانحدار والأخرى خفيفة الانحدار، ويطلق على الأولى جبهة brow والأخرى كتف shoulder. وقد ينتهى المنحدر عند إتصاله بالمناطق السهلية المنبسطة الواقعة عند حضبيضة بإنحدار شديد فجائى فيطلق عليه فى هذه الحالة اسم bluff.

د - المنحدر المموج Wavy، وهو منحدر خفيف بصفة عامة تتباعد فيه خطوط الكنتور عن بعضها البعض بصورة ملحوظة، وتوجد بين تلك الخطوط حلقات كنتورية تضم مساحات محدودة، وتمثل تلك الحلقات الأجزاء المرتفعة التى تبرز فوق مستوى سطح الأرض خفيفة الانحدار التى تعطى للمنحدر الشكل المموج. (شكل ٢١).



شكل (٢١)



جسم و خطوط كفتور تبين الخيد المنقلم الرأسى ، سطح
الطوى خط كفتور حاد على خط كفتور حاد حيث يمثل الاول
خط كفتور أعلى المخدر ، ويمثل الثانى حضيض المخدر .

(تابع) شكل (٢١)

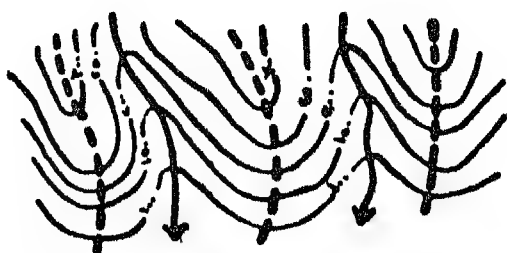
رابعاً : أشكال سطح الأرض :

لما كانت خطوط الكنتور هي الأسلوب المثالي لتمثيل وبيان مظاهر سطح الأرض المختلفة، فإن كل مظهر من أشكال هذا السطح يظهر بصورة معينة إذا ما رسم بخطوط الكنتور. ويمكن التعرف على هذه الأشكال من فحص ودراسة خطوط الكنتور لإنشاءاتها وتعرجاتها وتداخلها في بعضها البعض وإمتداداتها وطبيعة مناسيبها، وكذلك نظام تقاربها وتباعدها عن بعضها. وفيما يلي عرض لأبرز أشكال سطح الأرض. وقد قسمت إلى مجموعات على أساس الاختلاف في الشكل والانحدار والموقع داخل المنطقة المثلة على الخريطة.

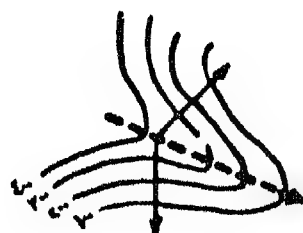
١ - البروز أو النتوء Spur :

يقصد بالبروز إمتداد ظاهر من جانب الجبل أو الهضبة في الأرض المنخفضة المجاورة. ويظهر على الخريطة الكنتورية على شكل تداخل خطوط الكنتور الأعلى في منسوبها داخل الخطوط الأقل، أى أن خطوط الكنتور تنحني لتشير إلى الأرض المنخفضة الأمامية. وللبروز إنحدار طولى على طول محوره وإنحدارين جانبيين إلى الخارج ناحية الأرض المنخفضة التي تقع على جانبيه. وتختلف البروزات في مظهرها حسب طبيعة تكوينها ومدى إرتفاعها وإمتدادها، ولكن يمكن تصنيفها تبعاً للكتلة المرتفعة الأصلية التي خرجت منها إلى بروز جبلى mountain spur وبرز هضبي plateau spur. كما تصنف البروزات تبعاً للظواهر المجاورة لها فهناك البروزات التي تمتد بين روافد الأودية، وفي هذه الحالة ينحدر سطح الأرض على طول إمتداد البروز نحو مجارى أو محاور هذه الأودية وهو أكثر تعقيداً في المناطق الجبلية الوعرة شديدة الإنحدار عنه في الأماكن محدودة الإرتفاع ويسمى ببروز أراضى ما بين الأودية interfluve spur. وفي العادة فإن هذا النوع من البروز قد كونه وأظهرته المجارى المائية المنحدرة على الواجهات الجبلية.

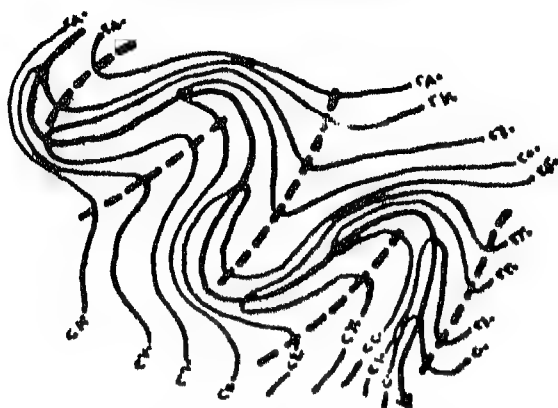
وهناك بروزات الإنحناءات النهرية interlocking spur والتي توجد على طول إمتداد المجرى النهرى في قطاعيه الأوسط والأدنى وترتبط بظاهرة منحدر الإنحناء النهرية slip - off - slope .



مخطط أراضى ما بين الجودية



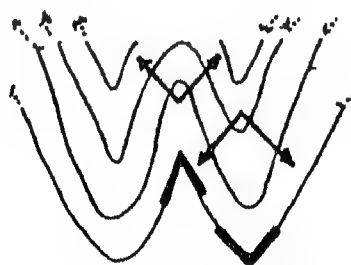
المخطط (التتوي) وعناصره



مخطط الأعودية (مخطط الانحناءات النهرية)



مخطط هضبي



الوادي والبروز

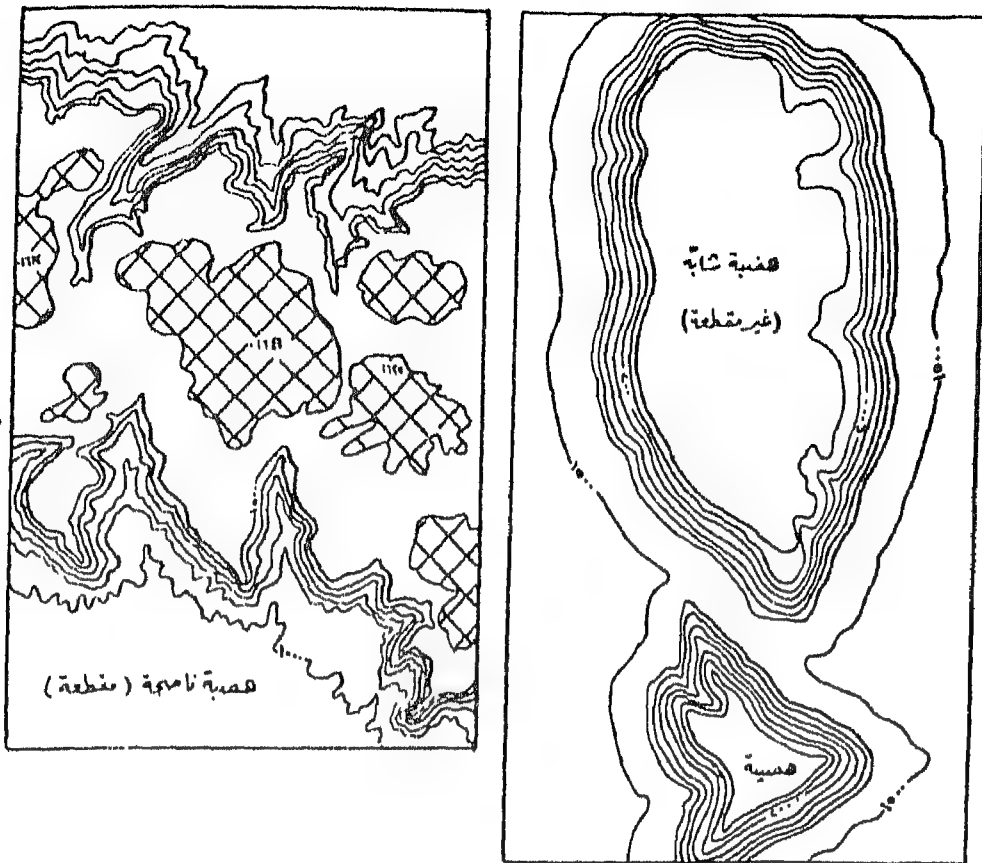
للاحظ أن نقاط تغير اتجاه خطوط كتطور البروزات تشير إلى الارتفاع المنخفضة الأساسية، بينما تشير نقاط تغير اتجاه خطوط كتطور الأعودية إلى الارتفاع المرتفعة الخلفية (منبع الوادي). وللاحظ أنه شكل ∇ في حالة البروز يشير إلى الارتفاع المنخفضة الجانبية، بينما شكل ∇ في حالة الوادي يشير إلى الارتفاع المرتفعة الجانبية (جانب الوادي).

شكل (٢٢)

ويشبه إنحناء خطوط الكنتور وتداخلها في بعضه البعض الدالة على ظاهرة البروز تعرجات خطوط الكنتور الدالة على ظاهرة الأودية. لذا يجب العناية بفحص قيم خطوط الكنتور وملاحظة أن إنحناء خطوط الكنتور في حالة البروزات تشير إلى الأرض المنخفضة، بينما تشير إنحناءات كنتورات الأودية إلى الأرض المرتفعة. (شكل ٢٢).

٢ - الهضاب Plateaus :

تظهر الهضاب على الخريطة على هيئة خطوط كنتور مقفلة تحصر مساحة متسعة نسبياً خالية من خطوط الكنتور، ولكن قد يوجد بها بعض من نقاط المناسيب متقاربة القيم، مما يشير إلى أنها منطقة منبسطة السطح أو شبه مستوية أى على منسوب متقارب، وتمثل تلك المساحة سطح الهضبة. أما جوانب الهضبة فتظهر على شكل خطوط كنتور متقاربة تمكس إنحدارها الشديد الذى يشرف على وحدات تضاريسية أخرى عبارة عن منخفضات أو سهول أو هضاب أقل منها إرتفاعاً. ويتحقق هذا الشكل المثالى فى الهضاب الشابة حديثة النشأة. كما تظهر الهضبيات الصغيرة Butts بنفس الشكل. أما الهضاب الناضجة فهى التى قطعتها الأودية النهرية المنحدرة على جوانبها والتى تتراجع بعملية النحت الصاعد نحو المنابع على حساب السطح المنبسط والتى تتعمق فيه، فتظهر مختلطة بالشكل الهضبي. إلا أن الأجزاء المنبسطة محدودة المساحة والمتبقية من السطح الأصلية للهضبة فتبدو على شكل حلقات كنتورية مقفلة على منسوب واحد أعلى من نقاط منابع الأودية النهرية. وخطوط الكنتور التى تحدد الهضبة كلها لا تظهر بطبيعة الحال قليلة التعرج كما هو الحال فى الهضاب البسيطة الشابة بل تظهر شديدة التعرج ومتداخلة تبين البروزات الهضبية وبروزات أراضي ما بين الأودية المنحدرة على جوانبها والتى قطعت سطحها. كما أن بعض الهضاب قد تمتاز بأسطح ذات إنحدار عام فى اتجاه، ويعرف هذا الإنحدار من ملاحظة قيم نقاط المناسيب، وقد يظهر فوق سطح الهضبة عناصر تضاريسية بارزة مثل بعض التلال ذات القمم الواضحة. (شكل ٢٣).



شكل (٢٣)

٤ - التلال Hills :

تظهر التلال على الخريطة الكنتورية على شكل حلقات كنتورية مغلقة تأخذ في التزايد في المنسوب تجاه الحلقة الوسطى التى تضم مساحة محدودة تمثل قمة التل. ويمكن تصنيف التلال تبعاً للشكل العام لخطوط الكنتور، فإن كانت تبدو على شكل دائرى تقريباً فتمثل تل مستدير، وإن كانت تبدو على شكل بيضاوى فتمثل تل بيضاوى، وإن كانت تبدو متطاولة إلى حد ما فتمثل تل مستطيل. كما

يمكن تصنيف التلال تبعاً لعدد القمم التي تمثلها الحلقة الكنتورية الداخلية ذات المنسوب الأكثر ارتفاعاً والتي تمثل قمة التل. فإن كانت هناك حلقة كنتورية واحدة فهو تل بسيط أو تل مفرد القمة، وإن كانت هناك حلقتان فهو تل مزدوج وإن كانت هناك أكثر من حلقتين فهو تل مركب. كما يمكن تصنيف التلال تبعاً لنوع منحدرات جوانبها إلى :

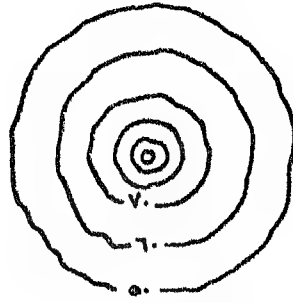
أ - التل القبابي : وهو عبارة عن تل منحدرات جوانب محدبة، بمعنى أن سطح الأرض ينحدر إلى كل اتجاه من نقطة تمثل قمة التل على شكل منحدر محدب. وتضم حلقة كنتور القمة مسافة متسعة نسبياً، وهي صفة تميز هذا النوع من التلال. وتظهر خطوط الكنتور الأعلى في مناسبتها متباعدة بينما يزداد تقارب خطوط الكنتور الأدنى بالإتجاه نحو قاعدة التل.

ب - التل المخروطي : وهو تل حاد القمة منحدرات جوانب مقعرة، وتضم حلقة كنتور القمة مساحة محدودة للغاية، وتتقارب خطوط الكنتور الأعلى في منسوبها ثم تأخذ في التباعد بالإتجاه نحو أسافل التل.

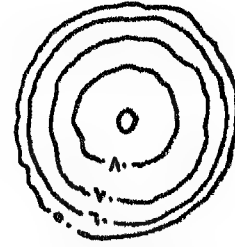
ج - التل الهرمي : وهو تل منحدرات جوانبه منتظمة الانحدار حيث تتباعد خطوط الكنتور الممثلة لجوانبه بمسافات أفقية متساوية تقريباً من القمة إلى القاعدة.

د - التل المدرج : وهو تل منحدرات جوانبه سلمية الشكل أي أن خطوط الكنتور تتباعد ثم تتقارب، ثم تتباعد ثم تتقارب وهكذا بالإتجاه من القمة إلى القاعدة. وتشير مجموعات التلال من هذا النوع إلى بنية تتكون من طبقات صخرية أفقية متفاوتة في مدى مقاومتها لعوامل التعرية.

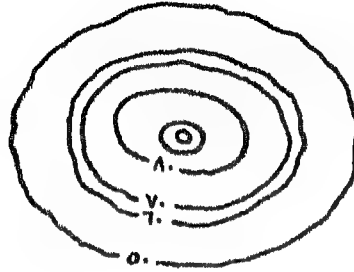
وتظهر التلال عادة على الخريطة الكنتورية في مجموعات قد تنتظم في اتجاه معين مما يشير إلى أنها تشترك في أصل النشأة وفي العمر الجيومورفولوجي تقريباً. وهناك حالات خاصة من التلال توجد في مناطق النشاط البركاني الحديث حيث



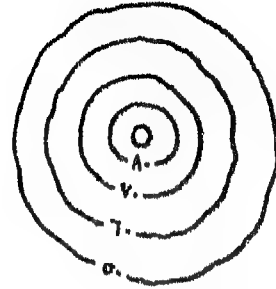
القل المحروطي



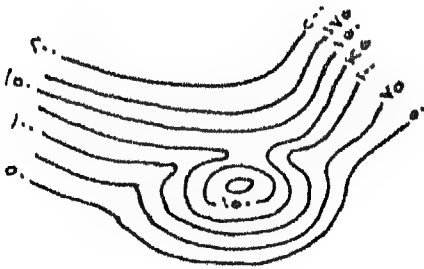
القل القباجي



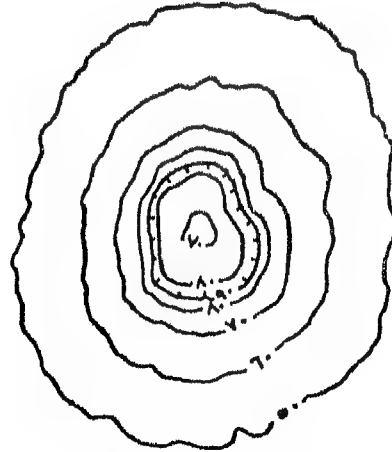
القل المدرج



القل الهرمي



الرابية



القل المحروطي البركاني
والقوس البركانية

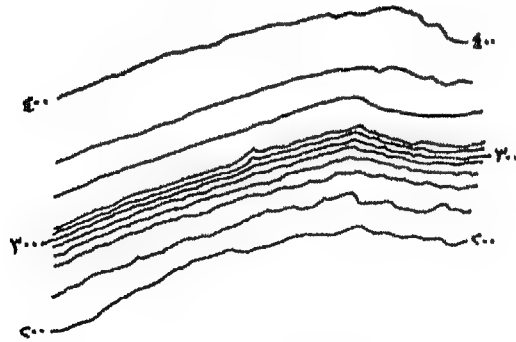
شكل (٢٤) (القيمة الكاذبة)

يلاحظ وجود حلقة أو حلقتان كنتوريتان في الوسط أقل في منسوبهما من الحلقات المحيطة بهما إلى الخارج، وتشير تلك الكنتورات إلى فوهة التل البركاني.

هـ - الرابية : وهي قمة تلية صغيرة تبدو فوق المنحدرات الجبلية أو الهضبية، وتسمى أحياناً بالقمة الكاذبة. وتظهر على شكل حلقة أو حلقتين كنتوريتين متداخلتين تعترض خطوط الكنتور المتتابعة في مناسبتها والتي تتزايد بالإتجاه نحو القمة الحقيقية للجبل أو نحو سطح الهضبة والتي تمثل منحدر جانب الجبل أو الهضبة. (شكل ٢٤).

٤ - الجروف Cliffs :

الجرف عبارة عن إنحدار شديد على شكل واجهة جبلية تطل على الأرض المنبسطة المجاورة، ويعلوها إنحدار خفيف إلى أعلى. ويظهر الجرف على شكل خطوط كنتور متقاربة إلى بعضها البعض دليل على الإنحدار الشديد، أما المنطقة خفيفة الإنحدار فتظهر على شكل خطوط كنتورية متباعدة ولكنها تواصل التزايد في قيمتها فوق خط الكنتور الممثل للحد العلوى للجرف. (شكل ٢٥).

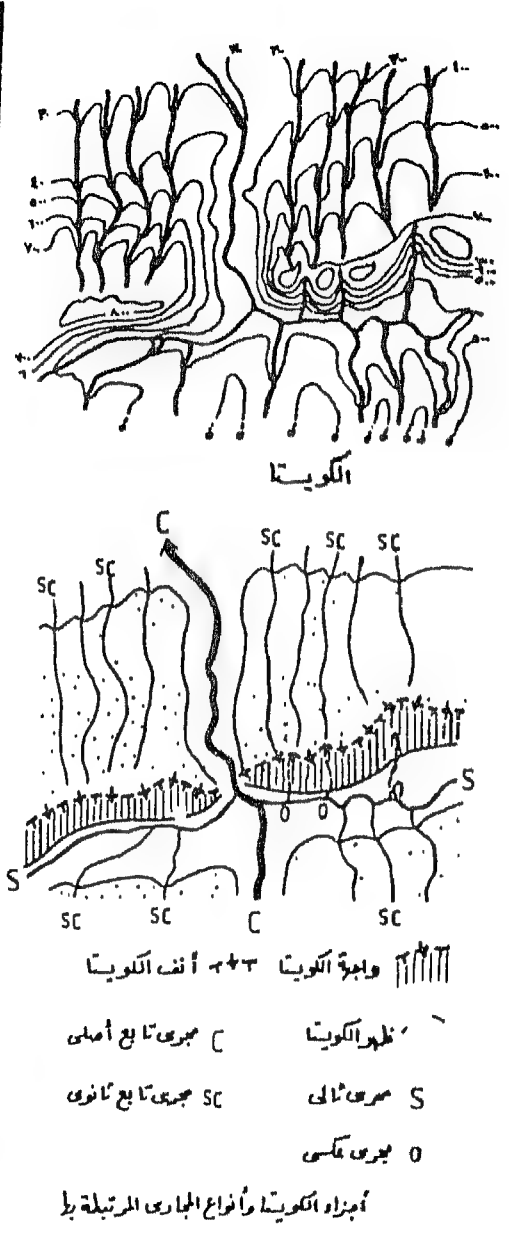
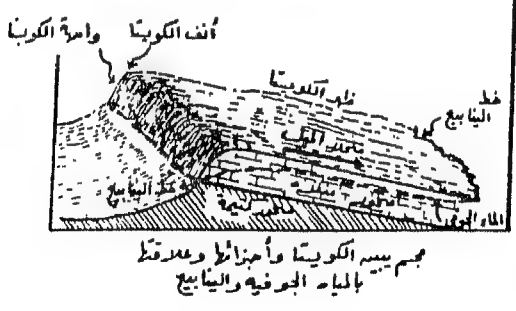
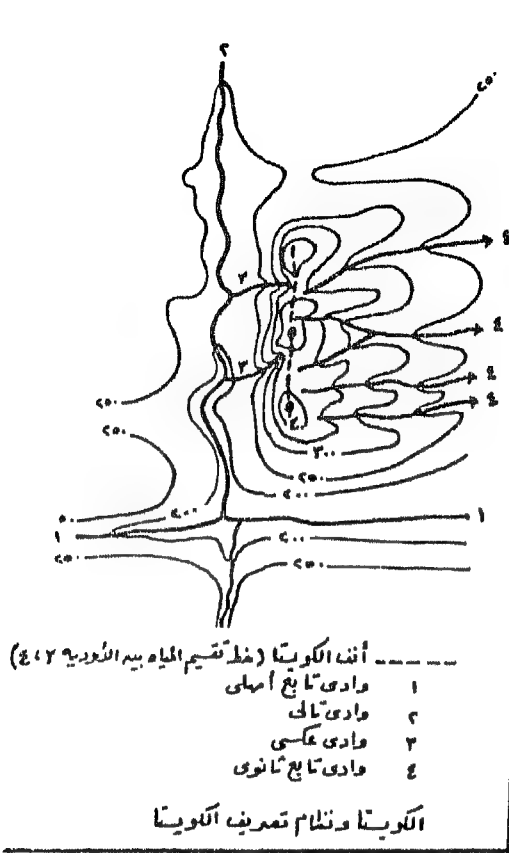


الجرف
شكل (٢٥)

٥ - الكويستات Questa :

وهى عبارة عن إنحدار شديد على شكل واجهة جبلية تطل على الأرض المنبسطة المجاورة، ويعلوها إنحدار خفيف إلى أسفل، ويفصل بين هذين الإنحدارين المتضادين فى الاتجاه خط من القمم المقطعة. ويظهر الإنحدار الشديد على شكل خطوط كنتورية متقاربة إلى بعضها البعض ويسمى بالحافة Escarpment أو واجهة الكويستا Face of Questa. أما الإنحدار الخفيف إلى أسفل فيظهر على شكل خطوط كنتور متباعدة ولكنها تأخذ فى التناقص فى قيمها أى الإنخفاض فى منسوبها بعد خط الكنتور الممثل للحد العلوى للحافة أى بعد خط الكنتور المقل على نفسه الممثل للقمم أو حلقات الكنتور المقلدة على نفسها والتي تمثل خط القمم. ويسمى هذا المنحدر الخفيف بظهر الكويستا Back of Questa أو منحدر الميل Dip - slope. أما خط كنتور أعلى الحافة أو خطوط الكنتور المقلدة الحلقية الفاصلة بين الواجهة والظهر فتسمى أنف الكويستا Nose of Questa. ويعتبر أنف الكويستا خط تقسيم مياه بين الأودية المنحدرة على الواجهة وتلك المنحدرة على الظهر.

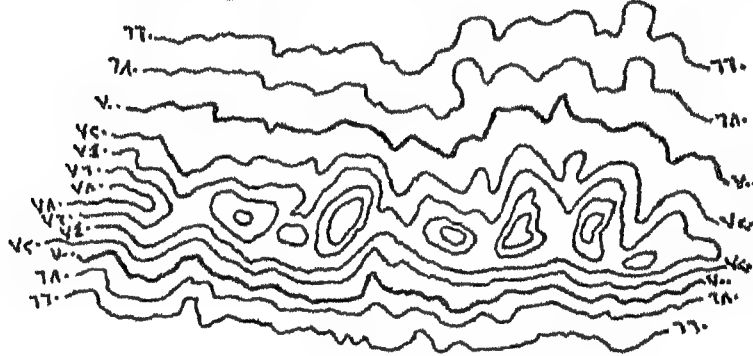
ويرتبط بالكويستا أنواع من الأودية النهرية أو الجافة، وتعرف الأودية التى تنحدر موازية لأسافل الحافة أو واجهة الكويستا بالأودية التالية Subsequent، والأودية التى تنحدر على الواجهة وهى أودية قصيرة شديدة الإنحدار بالأودية العكسية obsequent، أما الأودية التى تنحدر على ظهر الكويستا أو منحدر الميل وهى أودية متوسطة الطول ومتوسطة الإنحدار فتعرف بالأودية التابعة الثانوية secondary consequent أو resequent. ويعرف هذا المظهر التضاريسى كله بطبوغرافية الكويستا Questa topography. وإذا كانت خطوط الكنتور تشير إلى كويستات متتابعة فإن كل كويستا تمتد من وادى تالى إلى الوادى التالى التالى له. ويعرف نظام التصريف المرتبط بالكويستا والذي يتكون من تلك الأنواع الثلاثة من الأودية بنظام تصريف الكويستا. (شكل ٢٦).



شكل (٢٦)

٦ - ظهور الخنازير : Hog Backs :

وهي ظاهرة تشبه في شكلها الخارجى وفي عناصرها ظاهرة الكويستا ولكن أصل نشأتها وشروط وظروف تكونها تختلف عن شروط وظروف نشأة الكويستا. تشبه الكويستا في أن لها واجهة ولكنها أقل إنحداراً من واجهة الكويستا، ولا تصل إلى حد الزاوية القائمة التي يمكن أن تكون عليها واجهة الكويستا أحياناً، لذا فإن خطوط الكنتور أقل تقارباً. ولها ظهر ولكنه أشد إنحداراً من ظهر الكويستا لذا فإن خطوط الكنتور أكثر تقارباً من كنتورات ظهر الكويستا. أما الأنف فيبدو على شكل قمة واضحة تمثله حلقات كنتورية أكثر عدداً وأكثر تقارباً. وبذلك يبدو ظهور الخنازير على الخريطة الكنتورية قرية الشبه بالضلع الجبلية. ونتيجة لشدة إنحدار عناصرها فإن كنتوراتها أقل تعرجاً وتداخلاً. (شكل ٢٧).



ظهور الخنازير

شكل (٢٧)

٧ - السلاسل الجبلية : Mountain chains :

أ - سلاسل جبلية حادة القمة : وهي عبارة عن مجموعة من الجبال المتجاورة المنتظمة على شكل سلسلة ممتدة لمسافات بعيدة ذات منحدرات شديدة على كلا جانبيها، كما أن إتساعها عند القمة يكون ضيقاً أو منعماً أحياناً.

ويظهر خط كنتور القمة على شكل حلقة لها إمتداد طولى ملحوظ. وقد تشير إلى القمة حلقة كنتورية واحدة أو عدة حلقات متجاورة لايفصلها عن بعضه إلا مسافات محدودة للغاية. أما كنتورات الجانبين فمستقيمة وقليلة التعرج ومتقاربة إلى بعضها بصورة ملحوظة.

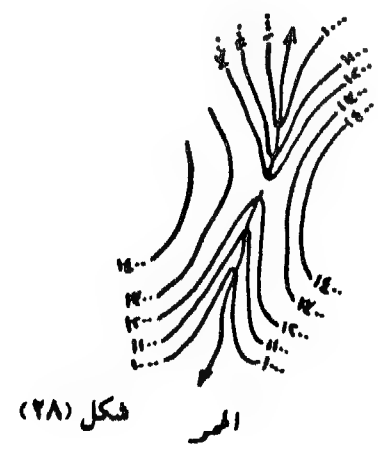
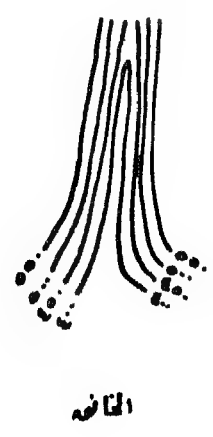
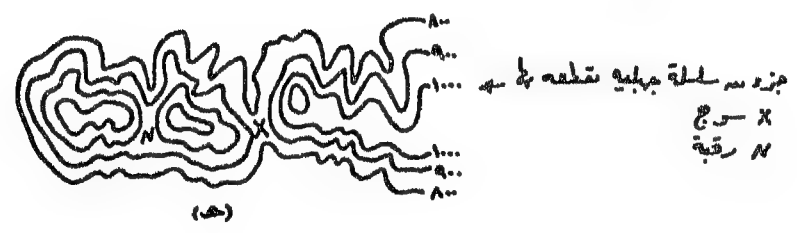
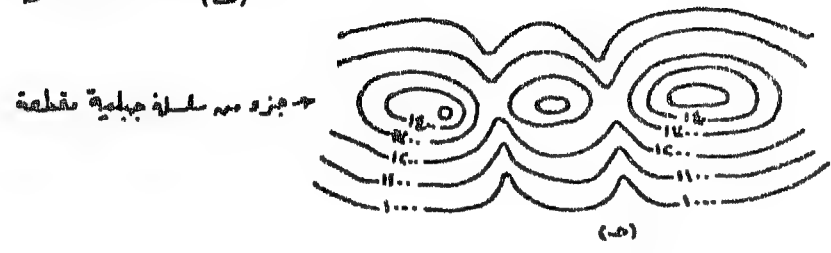
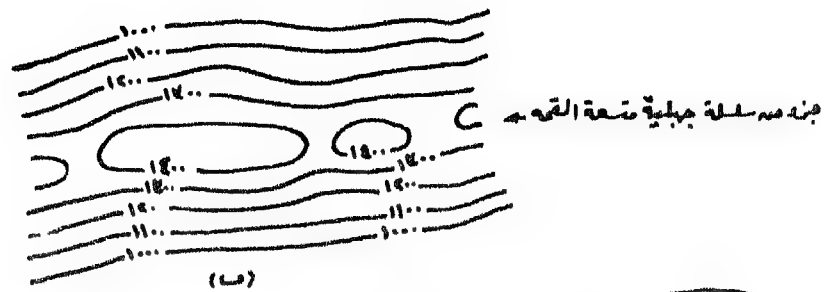
ب - سلاسل جبلية متسعة (مسطحة) القمة : وهى سلسلة من الجبال تختلف عن النوع السابق باتساع قممتها وظهور بعض القمم المنعزلة، كما أن إنحدار جانبيها قد لا يكون شديداً فى بعض الأحيان. وتظهر خطوط كنتور القمة على شكل حلقات تضم مساحات متسعة نسبياً، أما كنتورات الجوانب فتظهر متعرجة إلى حد ما ومتداخلة حيث ننحى خطوط الكنتور الأقل فى منسوبها داخل خطوط الكنتور الأعلى ولكن بدون تعمق فى المنطقة المرتفعة. وتتباعد خطوط الكنتور عن بعضها بمسافات متوسطة بصفة عامة.

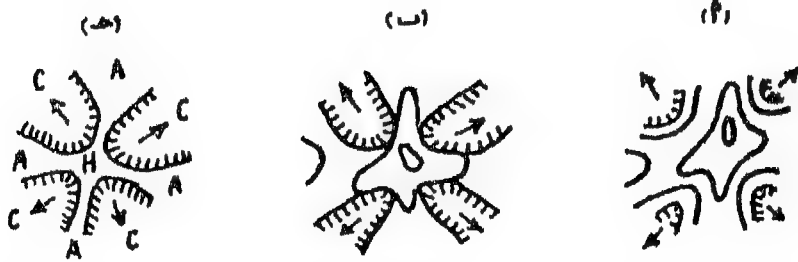
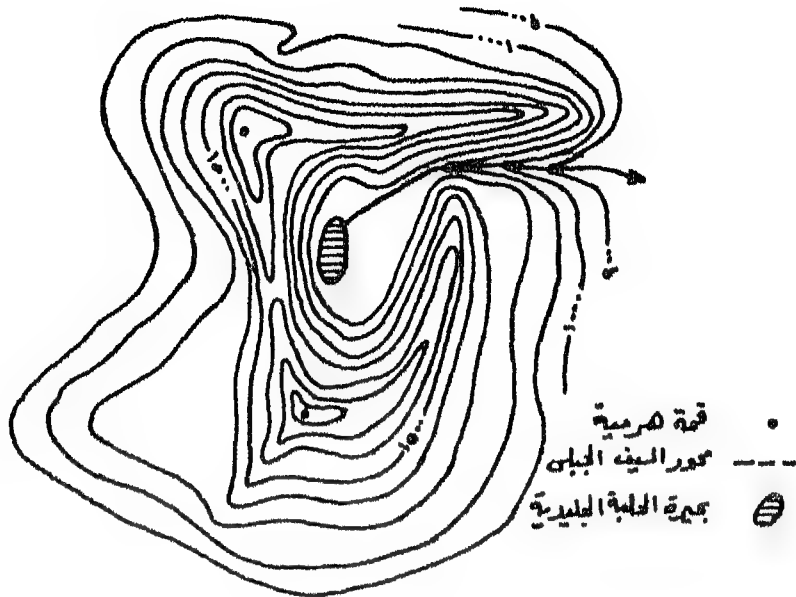
ج - السلاسل الجبلية المقطعة : وهى عبارة عن مجموعة من القمم المنعزلة التى تمتد فى إتجاه واحد وتختلف فى إتساعها وإرتفاعها ودرجات إنحدار جوانبها ولكن تضمها قاعدة واحدة. وتظهر القمم على شكل حلقات كنتورية متتابة وتضم الحلقة الوسطى مساحة متسعة نسبياً. أما الرصيف الجبلى الذى تبرز فوقه تلك القمم المنعزلة فتمثله خطوط كنتور شديدة التعرج والتداخل تشير إلى ظواهر مختلفة مثل الشغرات والأودية والخوانق والممرات المضائق والسروج.

د - الجبال ذات القمم الهرمية : تتشكل الجبال الهرمية فى المناطق التى كانت متأثرة بفعل الجليد والظروف المناخية المصاحبة له، فهى البقية الباقية من المناطق الجبلية المرتفعة التى كان يتجمع ويتراكم فوقها الجليد مكوناً حقلاً جليدياً ضخماً، حيث تنزلق منه السنة جليدية تنحت رأسياً فى جسم تلك المنحدرات وتكون عند أسفل المنحدر الجبلى حوضاً صخرياً منخفضاً عن المناطق

المجاورة يعرف باسم الحلبة الجليدية Cirque. وقد تتكون في قاع الحلبة بحيرة دائرية الشكل تعرف باسم بحيرة الحلبة الجليدية cirque lake. وفي الواقع ينساب من الحقل الجليدى عدة ألسة جليدية متجاورة ينجت كل لسان حلبته، ومع إستمرار عملية النحت الرأسى والتوسيع الجانبي تنمو الحلبة جانبياً على حساب المنحدر الجبلى كما تتراجع نحو الخلف ناحية الأرض المرتفعة التى يتراكم فوقها الحقل الجليدى. ونتيجة لهذا النمو الجانبي تظهر ظاهرة السيوف أو الضلوع الجبلية Arêtes وهى البقية الباقية من المنحدرات التى كانت تفصل بين مسارات الألسنة الجليدية عن بعضها. ونتيجة للتراجع الخلفى للحلبات على حساب الأرض المرتفعة تظهر ظاهرة الجبال الهرمية materhorn تتصف جوانبها بشدة الإنحدار والوعورة والتى يبرز منها السيوف الجبلية. ولذلك يلاحظ عادة تواجد الظواهر الثلاث مع بعضها.

وتظهر خطوط كنتور القمة الهرمية على شكل حلقات تمتد منها أذرع تمثل السيوف الجبلية حيث تتداخل الكنتورات المرتفعة فى الكنتورات الأقل منها فى المنسوب أى على شكل بروزات حادة حيث تتقارب خطوط الكنتور. وتفصل تلك البروزات بين مناطق حوضية منخفضة هى الحلبات الجليدية التى تمثلها خطوط كنتور متداخلة. (شكل ٢٨).





مراحل تكون السيوف أو الضلوع الجليدية (A) Arêtes والقمة الهرمية (H) بالتتابع الخلفي والانتاع الجانبي للعلبات الجليدية (C).

(تابع) شكل (٢٨)

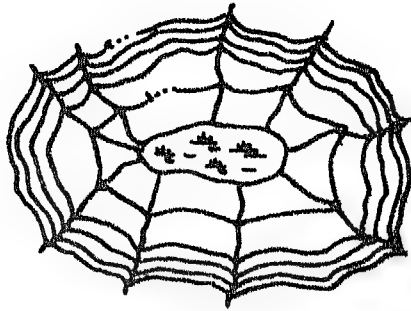
٨ - الأحواض Basins :

الحوض Basin عبارة عن منخفض Depression ترتفع جوانبه في جميع الجهات وتنحدر سفوحه نحو منطقة منخفضة في وسطه. ويتباين شكل الحوض وإتساعه تبعاً لظروف نشأته ومرحلة تطوره. وتظهر الأحواض على الخريطة الكنتورية بنفس الهيئة التي تظهر بها التلال، فهي تظهر على شكل حلقات كنتورية مقفلة ولكنها تتناقض في مناسيبها نحو الحلقة الكنتورية الوسطى التي تمثل قاع الحوض وتتزايد نحو الجوانب. ويمكن تصنيف الأحواض تبعاً للشكل العام لخطوط الكنتور، فإن كانت تبدو على شكل دائري تقريباً فالحوض دائري، وإن كانت تبدو متطاولة فالحوض طولي. كما يمكن تصنيف الأحواض تبعاً لنوع منحدرات جوانبها إلى :

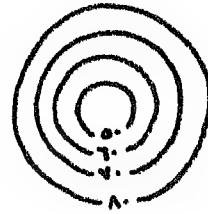
أ - الحوض قمعي الشكل : وهو حوض جوانبه منتظمة الانحدار وقاعه محدود الإتساع، وتمثله خطوط كنتور حلقية تتباعد عن بعضها بمسافات أفقية متساوية تقريباً، وتأخذ في الإنخفاض في المنسوب نحو حلقة الكنتور الوسطى التي تضم مساحة محدودة الإتساع تمثل قاع الحوض.

ب - الحوض مفلطح الشكل : وهو حوض جوانبه مقعرة الانحدار وقاعه متسع، وتمثله حلقات كنتورية تتقارب من بعضها البعض في مناسيبها العليا وتتباعد في مناسيبها الدنيا عند قاع الحوض الذي تمثله حلقة كنتورية وسطى تضم مساحة متسعة. وقد تنحدر بعض خطوط التصريف على الجوانب وتنصرف في قاع الحوض الذي تشغله عادة بركة قد تكون موسمية يحل محلها في الفصل الجاف سبخة.

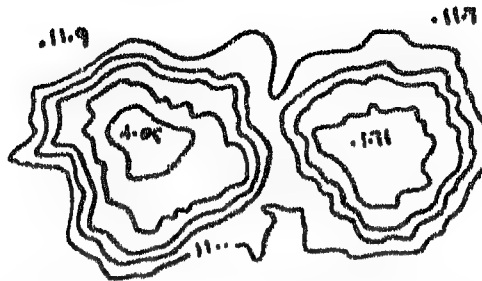
ج - الأحواض الكارستية : وهي أحواض تنشأ في مناطق صخور العائلة الكلسية التي تتميز بالسّمك الضخم وكثرة الشقوق والفواصل مثل الحجر الجيري والدولوميت والتي تسقط عليها كمية غزيرة من الأمطار. وتنشأ بفعل الإذابة والتحلل الرأسى البطيء وتسمى ببالوعة الإذابة Solution sinks. وقد تنشأ نتيجة سقوط الصخر فوق تجويف باطنى تكون نتيجة الإذابة أيضاً وتسمى ببالوعة الانهدام Collapse sinks. ويستخدم تعبير دولينا Doline للتعبير عن كلا النوعين. وهناك نوع ثالث يعرف بوعاء الإذابة Solution pan وهو عبارة عن حوض ضحل يشغل مساحة كبيرة، وقد يوجد في قاعه دولينات. (شكل ٢٩).



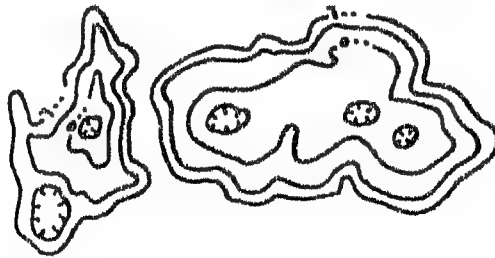
مختصم موضعي على شكل سطح موزع



موضعي قيعي الشكل



مختصم مركب مقطعي الشكل يظهر في قاعه مختصميه شبه دائريتين



موضعي كارتسي تظهر في قاعه دولينات

شكل (٢٩)

٩ - الأودية والظواهرات المصاحبة لها :

الوادي هو المنطقة المنخفضة ذات الإمتداد الطولي التي تظهر قاطعة للهضاب والمرتفعات ومتشعبة فيها.

١ - الوادي النهري River Valley : يدل على الوادي النهري خطوط كنتور متداخلة في بعضها البعض بحيث ينحني خط الكنتور الأدنى داخل خط

الكتنور الأعلى، أى أن خطوط الكتنور تنحني لتشير نحو المنابع أو الأرض المرتفعة. ولذا يطلق عليها أحياناً الخطوط المنعكسة، ومن ثم يمكن من أول لمحة للخريطة الكتنورية التعرف على الأودية من إتجاه رؤوس خطوط كتنوراتها، وكذلك إذا كان هناك خط يدل على المجرى الذى يجرى فى قاعها. أما إذا لم يوجد الخط الدال على المجرى النهري فيمكن تحديده بصورة تقريبية عن طريق توصيل نقط تغير إتجاه خطوط الكتنور بخط متعرج متصل.

ب - الوادى الجفاف Dry Valley : ويبدو لأول وهلة على الخريطة وكأنه بروز جبلى لأن خطوط الكتنور تبدو متشابهة فى كلا الحالتين خاصة وأنه لا يوجد مجرى ينحدر فى قاع الوادى وبالتالي لا يوجد الخط الدالى عليه. ويجب فى هذه الحالة فحص قيم خطوط الكتنور بعناية، وملاحظة أن خطوط كتنور هذا الوادى الجفاف تتداخل وتنحني نحو الأرض الأكثر إرتفاعاً تماماً كما فى حالة الوادى النهري. ولكن يلاحظ أن درجة إنحناء خطوط كتنور الوادى الجفاف عند نقط تغير الإتجاه أقل من درجة إنحناء رؤوس كتنورات الوادى النهري. ويرسم مجرى الوادى الجفاف أو محوره على شكل خط مقطوع.

ج - الوادى الجليدى Glacier : تشبه خطوط الكتنور الدالة عليه كتنورات الوادى النهري من حيث تداخل خطوط الكتنور الأقل فى منسوبها نحو خطوط الكتنور الأعلى. ولكن يميزه أن خطوط الكتنور تظهر شبه مستقيمة عند نقط تغير الإتجاه، كما تظهر متباعدة فى القاع ومتقاربة على الجانبين. وتظهر خطوط كتنور جانب الوادى مستقيمة عند مقدمات أراضي مابين الأودية كما لو كانت مجدوعة، وهذه الصفة تميز الوادى الجليدى.

د - الوادى الغائر Sinking creek : وهو قطاع أو جزء جاف dry bed من وادى نهري، ويرجع جفافه إلى تحول المياه السطحية إلى مسالك جوفية، وتسمى النقطة التى يتحول عندها النهر من مجرى سطحي إلى مسلك أرضى بنقطة الغور sink، وهى على هيئة بالوعة Swallow hole. وقد تعاود المياه الغائرة الظهور فى صورة مجرى سطحي عند حفرة شبه دائرية تسمى حفرة (نقطة) الإنبثاق Rise

pit. وتظهر خطوط الكنتور هذا النوع من الأودية بنفس الطريقة التي يظهر بها الوادى النهري، ولكن فى قطاعه الغائر يبدو وادياً جافاً بدءاً من نقطة على الخريطة هى نقطة الغور. ويلاحظ عادة على الخريطة الكنتورية أن الأودية الرئيسية الكبرى لا يختفى جزء منها تحت سطح الأرض ولكن روافدها التى كانت تتصل بها أصبحت تنتهى بعيداً عنها وتختفى عند نقطة الغور. وقد يلاحظ وجود روافد قصيرة تتصل بالمجرى الرئيسى عند قاع الوادى ومصدر مياهها هى المياه العائدة إلى سطح الأرض عن طريق ينابيع تسمى Rises أو Resurgences .

هـ - الوادى المعلق Hanging Valley : وهى ظاهرة تنتشر فى الأودية الرافدية التى تنتهى فى وادى رئيس تأثر بفعل الجليد، كما تظهر فى أودية المناطق الجافة، وفى بعض الأودية التى تنصرف إلى مستوى القاعدة العام فى مناطق الجروف الساحلية المتأثرة بحركات الرفع البطيئة. والوادى المعلق هو الوادى الذى يرتفع قاعه فى منطقة المصبب عن مستوى قاعدته بفرق منسوب ملحوظ. وتظهر خطوط كنتور جانب الوادى الرئيسى فى منطقة اتصال الرافد المعلق به غير منتبهة نحو منبع الرافد بل تستمر فى امتدادها الطبيعى.

و - خط تقسيم المياه Divid : وهو الخط الذى يمر بأعلى منسوب فى المنطقة على أطراف المنابع العليا للأودية والمجارى المائية محدداً حوض كل منها حيث تتوزع المياه الساقطة على هذا الخط وتنحدر فى إتجاهين مختلفين أو فى إتجاهات مختلفة.

ز - مساقط المياه Water falls : يوجد المسقط المائى على المجرى النهري، وهو عبارة عن جزء من المجرى يعتبر نسبياً أشد إنحداراً من الجزء الذى يعلوه ناحية المنبع والجزء الأدنى منه ناحية المصب، وبذلك تسرع عنده مياه النهر فتزداد قوته ومقدرته على النحت والحمل. وتوجد المساقط على المجرى نتيجة عوامل عديدة لعل من أهمها :

- إختلاف نوع الصخر ونظامه على طول المجرى.

- تأثر بعض أجزاء المجرى بالحركات التكتونية.
- تغير كمية المياه التي تصل إلى أجزاء المجرى المختلفة.
- تغير الظروف المناخية.
- تأثر الوادى بعوامل تعرية أخرى غير النهرية.
- إنخفاض مستوى القاعدة اللدى ينتهى إليه النهر.

وعلى الرغم من تعدد تلك العوامل التى تؤدى إلى نشأة المساقط المائية إلا أن مظهرها وشكلها الخارجى تتشابه كلها فى صفة أساسية هى سرعة إنحدار (جريان) المياه. وتنعكس شدة الإنحدار هذه فى صورة تقارب خطوط الكنتور من بعضها عند عبورها المجرى من جانب إلى الجانب الآخر.

ج - الإنحناءات النهرية River meander : يعتبر التعرج السمة الغالبة فى المجرى المائية ، ويرجع أصل نشأتها إلى عوامل عديدة مازال بعضها موضع دراسة وتجريب وتقنين. وتختلف الإنحناءات فى شكلها من مجرد تعرج بسيط إلى تعرج واسع إلى تعرج متعمق إلى أشكال عديدة من التعرج والإنثناء.

وتتخذ خطوط الكنتور المرتبطة بالإنحناء النهرية أشكالاً مختلفة، فتكون موازية لمجرى النهر وقرية منه، وفى نفس الوقت متقاربة إلى بعضها البعض على جانبي المجرى كما فى الإنحناءات النهرية المتعمقة Incised meanders ، وقد يلاحظ وجود حلقات كنتورية مقلدة فى بطن الإنحناء. وتكون متقاربة على الجانب المقعر للإنحناء دليل على الإنحدار الشديد الذى يعرف فى هذه الحالة بحافة الإنحناء النهرية River bluff ، ومتباعدة على الجانب المحدب للإنحناء حيث تشير إلى الإنحدار الخفيف الذى يسمى بمنحدر الإنحناء النهرية Slip-off slope. وقد يهجر المجرى النهرى الإنحناء النهرية ولكن تظل خطوط الكنتور تشير إليها.

ط - قاع الوادى Valley Floor : يختلف اتساع قاع الوادى، فهو أحياناً ضيق وتتقارب خطوط كنتور جانبا الوادى من خط المجرى بصورة ملحوظة وتتقاطع خطوط الكنتور مع خط المجرى على مسافات قصيرة. وعادة مايلاحظ أن خط المجرى يتسم بالقرب من الإستقامة وقلة التعرج. وأحياناً يتسع قاع الوادى وتبتعد خطوط الكنتور عن خط المجرى ولا تتقاطع معه إلا على مسافات متباعدة. ويظهر خط المجرى على شكل إنحناءات واسعة، ويلاحظ أن إتساع القاع يتفق مع إتساع الإنحناءة أو نطاق الإنحناءة. وأحياناً يظهر القاع فسيح الإتساع، وتبتعد خطوط كنتور جانبا الوادى عن خط المجرى بمسافات أفقية كبيرة. وفى نفس الوقت فإن خطوط كنتور جانب الوادى تظهر متباعدة وتشير إلى بقاء إنحدار الجانبين. وتتقاطع خطوط الكنتور مع المجرى على مسافات متباعدة ويظهر خط المجرى على شكل إنحناءات شديدة التعرج، وإتساع الإنحناءة أقل بكثير من إتساع قاع الوادى. كما تظهر على الخريطة الكنتورية متوسطة أو كبيرة المقياس ظاهرة البحيرات المقطعة Ox - bow lakes على جانبى خط المجرى.

ى - مصاطب الأودية Valley terraces : توجد المصاطب على جانبى الوادى، وهى عبارة عن أجزاء مستوية أو قريبة من المستوية أى بطيئة الإنحدار يحدها من الخلف إنحدار شديد إلى أعلى يعرف بمؤخرة المصطبة، ومن الأمام إنحدار شديد إلى أسفل ويعرف بمقدمة المصطبة، أما الأجزاء خفيفة الإنحدار والتي بين المؤخرة والمقدمة فتعرف بسطح المصطبة. وترجع نشأة مصاطب الأودية إلى عوامل عديدة منها :

- لإختلاف نوع الصخر ونظامه.

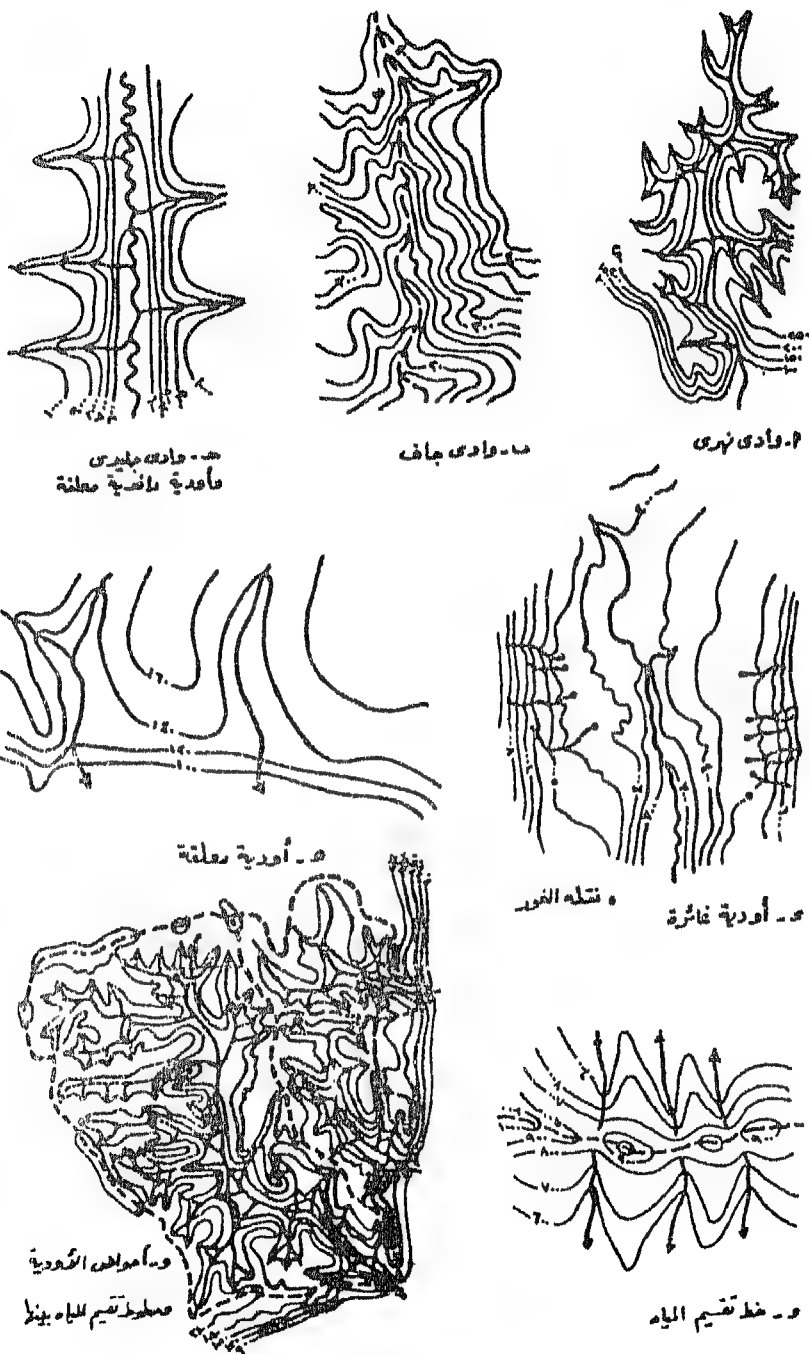
- تأثير الوادى بحركات تكتونية.

- تأثر الوادى بعامل آخر من عوامل التعرية غير التعرية النهرية فى فترة سابقة من الفترات الجيولوجية.
- إختلاف الظروف المناخية.
- هبوط مستوى قاعدة المجرى النهري.

وأيا كان عامل نشأة المصبطة إلا أن شكلها ومظهرها الخارجى متشابه. وقد تعتمد المصاطب على جانبي الوادى لمسافات طويلة نسبياً دون إنقطاع فيبدو جانب الوادى على شكل منحدر ساهى، وقد تتقطع المصاطب وتظهر على شكل ربوات مبعثرة على طول جانبي الوادى ولكنها فى الغالب تبدو كمظهر تضاريس متصل.

وينعكس الإنحدار الخفيف الذى يمثل سطح المصبطة على الخريطة الكنتورية بتباعد خطوط الكنتور عن بعضها بمسافات فسيحة نسبياً، أما المنحدرات الشديدة التى تمثل مؤخرة المصبطة أو مقدمتها فتظهر على شكل خطوط كنتور متقاربة إلى بعضها البعض.

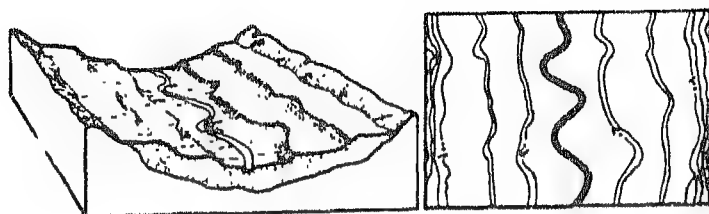
ك - أنماط التصريف Driange patterns : تصنف شبكات التصريف المائى إلى أنماط تلقى ضوء على خصائص البنية من حيث كونها بنية بسيطة أو أفقية الطبقات ضعيفة المقاومة لعمليات التعرية النهرية أو قوية، ومن حيث صخورها مسامية أو منفذة أو كثيفة. وتصنف نظم التصريف إلى تصريف شجرى، وتصريف متشابك، وتصريف مستطيل، وتصريف مركزى وآخر متشعب، وتصريف حلقى وتصريف معكوس (مسنن)، وغيرها من النظم المختلفة. ويمكن التعرف على تلك النظم من واقع فحص ودراسة خطوط المجارى المائية على الخريطة الكنتورية. (شكل ٣٠).



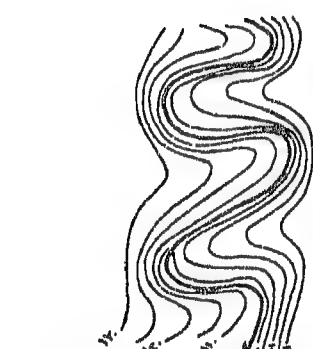
شكل (٣٠)



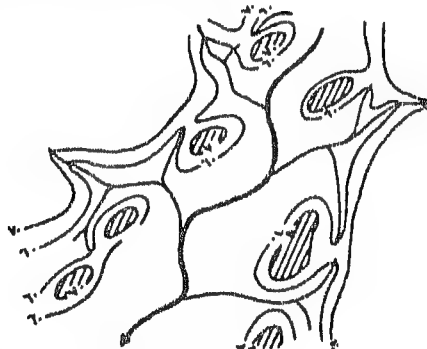
٣٠ - المقطع الطولي أو نقطة التقعر على مجرى النهر أو مصدر الارتفاع الجاف



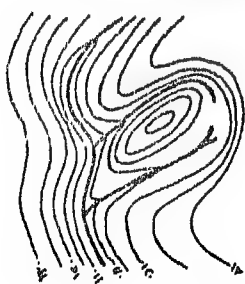
٣١ - المصاطب النهرية (مصاطب التدوير).



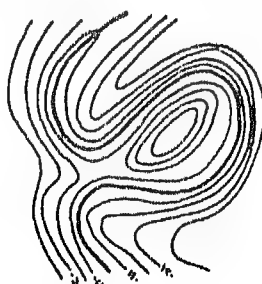
٣٢ - الانحناءة النهرية - لاحظ انحناءة التيار والارتفاع على الجانبين



٣٣ - مصاطب نهرية منطقة

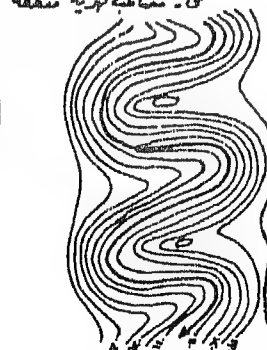


(٣٤)



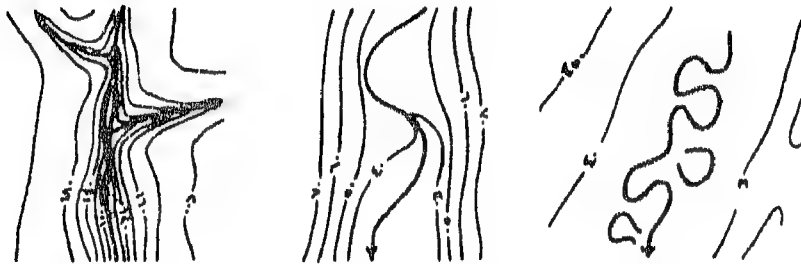
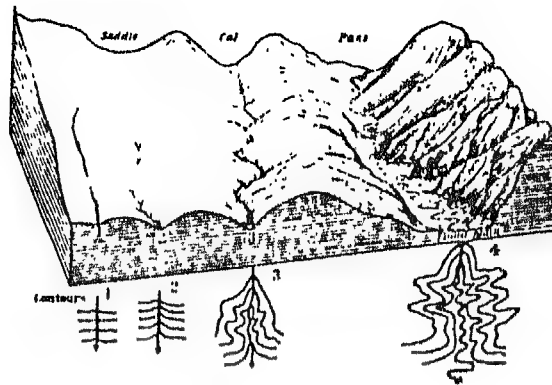
(٣٥)

٣٥ - تكون الانحناءة النهرية المجهدة



٣٦ - الانحناءة النهرية المجهدة - لاحظ شدة انحناء السنين على جانبيه المجرى.

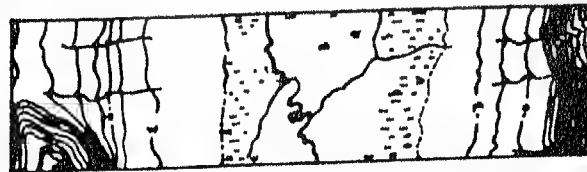
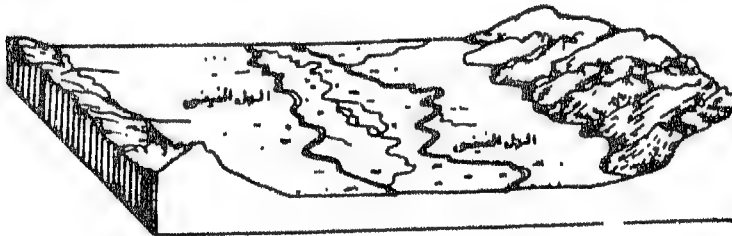
(تابع) شكل (٣٠)



ط - قاع منيع

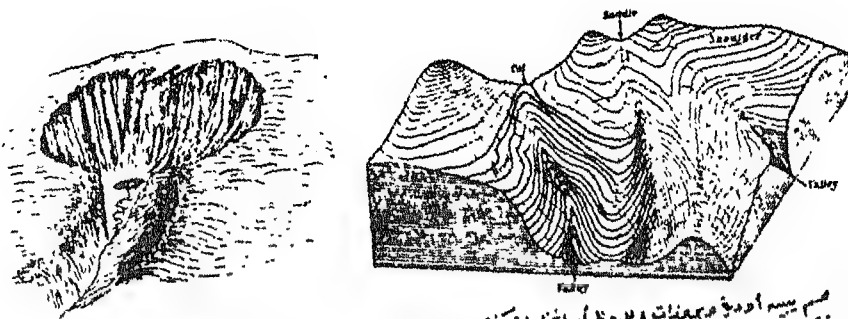
ط - قاع متوسط الارتفاع

ط - قاع شبع وتظهر فيه الانحناءات النهرية والعيقات المختلفة



ط - الوادي المنيع، بالقرب من منطقة الحبيب - لاحظ شواخ الوادي المنيع - ط
كتبت ٢٥٠ عامه لها نبييه .

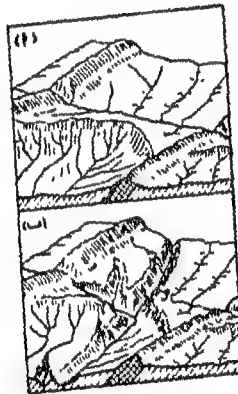
(تابع) شكل (٣٠)



قسم يسمى أودية ومرتفعات ، لاحظ أن ارتفاعاته كمنحدرات الأودية
تتغير إلى اليمين ، والمنحدرات المنخفضة تشير إلى الارتفاع المنخفضة المطلقة



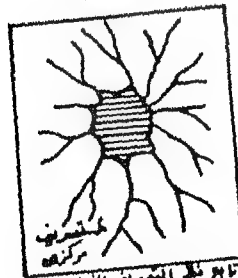
قسم يسمى المنحدرات الجبلية ومرتفعات الجبلية



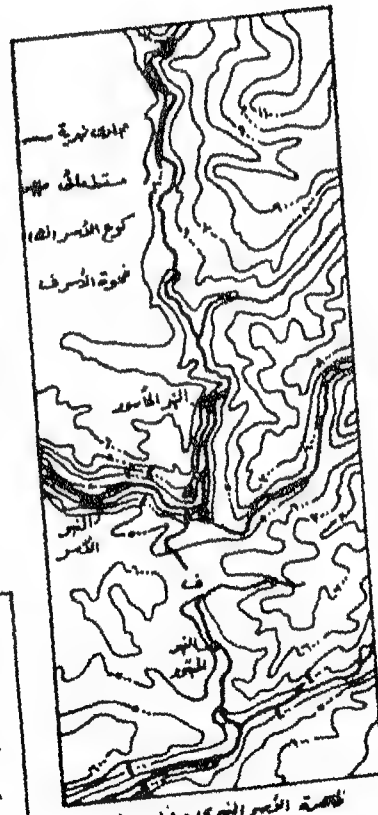
قسم يسمى ظاهرة الأوس المنهري

(2) قبل الأوس

(1) بعد الأوس

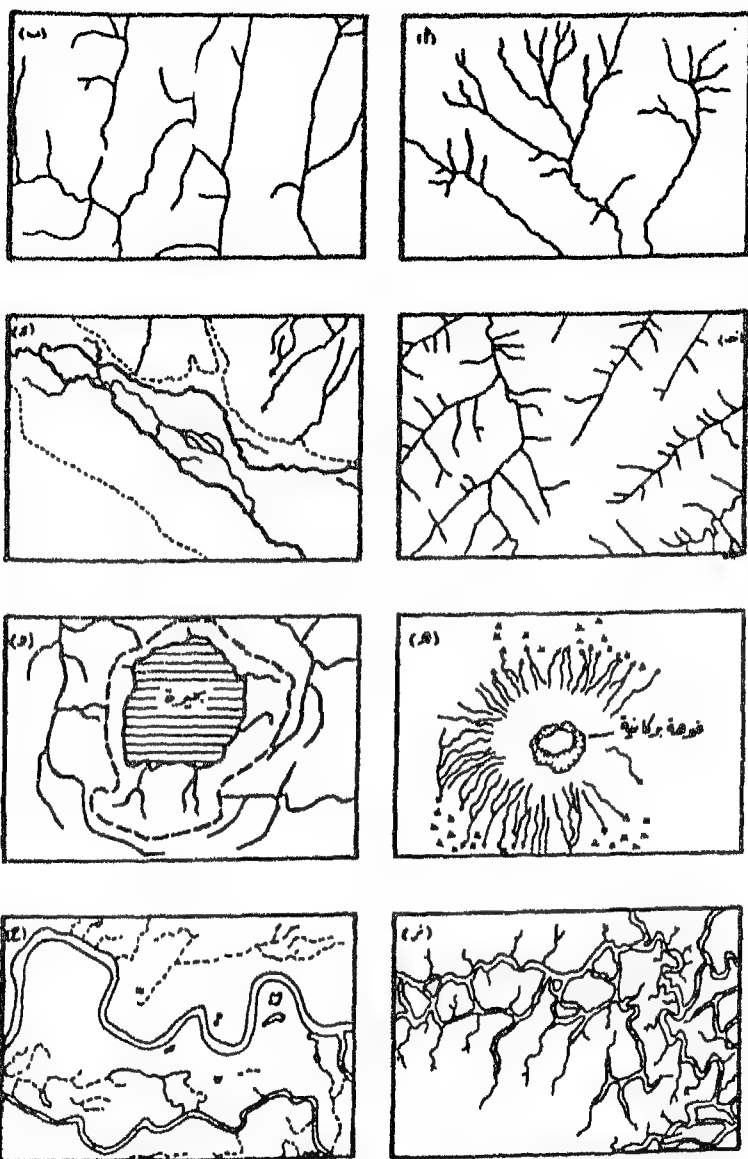


تابع نظم التوزيع النهري



ظاهرة الأوس المنهري وعناصرها

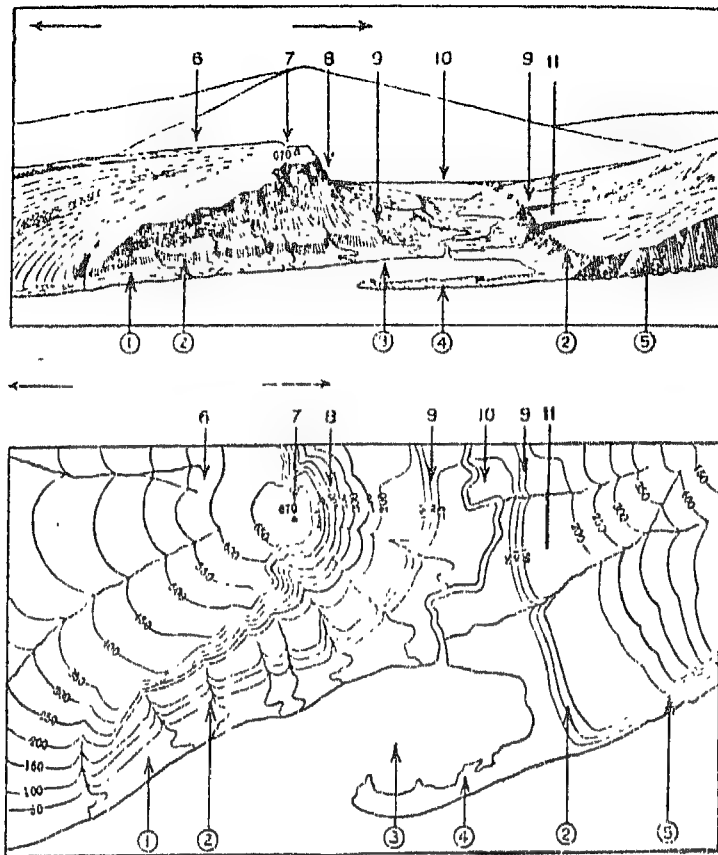
(تابع) شكل (٣٠)



له- نظم التعريف النهرى

- | | |
|-----------------|-----------------|
| ١- تعريف شجرى | ١- تعريف شجرى |
| ٢- تعريف مستطيل | ٢- تعريف مستطيل |
| ٣- تعريف متشعب | ٣- تعريف متشعب |
| ٤- تعريف شعشى | ٤- تعريف شعشى |
| ٥- تعريف متشعب | ٥- تعريف متشعب |
| ٦- تعريف شعشى | ٦- تعريف شعشى |
| ٧- تعريف شعشى | ٧- تعريف شعشى |
| ٨- تعريف شعشى | ٨- تعريف شعشى |

(تابع) شكل (٣٠)



يتم تعيين مجموعة من الظواهر والمميزات الكنتورية التي توضح

- ١- سهل ساحلي جنوبي.
- ٢- وادٍ مصطبغة.
- ٣- للبحر (بحيرة ساحلية).
- ٤- لسان بحري.
- ٥- جرف بحري.
- ٦- ظهر الكويت (متحد الميل).
- ٧- أفك الكويت.
- ٨- وادٍ الكويت (الحافة).
- ٩- أودية رافدية خارجية عند انحدار وادٍ المصطبغة المظه على السهل المنخفض.
- ١٠- سهل فيضي والمجري به انحدارات نهرية.
- ١١- مصطبغة.

(تابع) شكل (٣٠)

١٠ - تعرجات خط كنتور الساحل (صفر) والظواهرات المرتبطة به :

يفصل خط كنتور صفر على الخريطة الكنتورية بين اليابس والماء. ويعتبر خط كنتور صفر خط كنتوري حسابي غير موجود في الطبيعة، فهو ينتج من حساب متوسط حركة سطح البحر لإنخفاضاً وارتفاعاً. فعند إجراء ميزانية مسلسل دقيقة من الروبيرات القريبة من البحر للوصول إلى نقطة منسوبها صفر، يلاحظ أن هذه النقطة قد تكون بعيدة عن البحر أى أنها أعلى من منسوب سطح الماء، أو تكون على قاع البحر أى أنها تحت منسوب سطح الماء. وترجع حركة سطح البحر لارتفاعاً وإنخفاضاً إلى عوامل مختلفة منها :

- الحركة الرأسية البطيئة لقاع البحر أو يابس الأرض لارتفاعاً وإنخفاضاً، وهي نتيجة الحركة الرأسية التوازنية (الأيزوستاسية) لقشرة الأرض.

- حركة مستوى سطح البحر نتيجة الاختلاف في الظروف المناخية الفصلية وهي حركة طفيفة ولكنها تؤثر في التحديد الدقيق لمستوى سطح البحر.

- حركة الأمواج والتيارات الساحلية والمد والجزر.

- أدى الارتفاع الطفيف في درجة حرارة الغلاف الجوي للأرض نتيجة تزايد غازات أول وثاني أكسيد الكربون، والغازات الكبريتية والغازات الكلورفلوروكربونية إلى إنصهار كميات ضخمة من جليد المناطق القطبية وإنصارفها إلى البحار المجاورة مما أدى إلى ارتفاع محسوس في مستوى سطح البحر العالي يمكن قياسه عند تحديد مستوى الصفر لإجراء الميزانيات الدقيقة لتثبيت نقط روبيير جديدة أو تصحيح وتعديل مناسب نقط الروبيير القديمة.

ويلاحظ من تعرج خط كنتور صفر على الخرائط الكنتورية الظواهرات التالية:

أ - الرؤوس الأرضية : وهي عبارة عن بروز أو نتوء من اليابس داخل البحر، ويظهر على شكل إنحناء خط كنتور صفر وتداخله في المسطح البحري. وعادة

يلاحظ تعرجات أخرى صغيرة في خط الصفر المتداخل في البحر. وفيما بين تلك الرؤوس الأرضية توجد الخلجان.

ب - الألسنة البحرية Spits : وهي أصغر حجماً من الرؤوس الأرضية وتظهر على شكل لسان رفيع طويل نسبياً. وهي عبارة عن تكوين رملي يمتد من الأرض اليابسة في مياه البحر. ومصدر الرمال المنطقة الساحلية المجاورة التي يمتد منها والتي تجرفها التيارات البحرية الساحلية السائدة وتفرشها أمام الساحل، وتوالي هذه العملية ينمو اللسان طولياً ورأسياً حتى يبرز فوق سطح البحر. ويظهر اللسان البحري على الخريطة الكنتورية حيث يمتد خط كنتور صفر في البحر على شكل إصبع طويل، وقد توجد فوقه بعض الحلقات الكنتورية الصغيرة. ويحصر هذا اللسان البحري بينه وبين الأرض اليابسة جزء من مياه البحر على شكل بحيرة مفتوحة من جانب تعرف باسم البحيرة الساحلية Lagoon .

جـ .. الخطاطيف البحرية Hooks : تنتهي الألسنة البحرية عادة بطرف مدبب، ولكن بعضها ينتهي بقوس على شكل خطاف Hook، وقد يتكون أكثر من خطاف فيبدو اللسان البحري مشرشاً barbed. ويساعد في تكوين الخطاف ضعف التيار البحري حيث لا يستطيع الإحتفاظ بدفع اللسان البحري في خط مستقيم، وبهذا ينحرف طرف اللسان نحو اليابس مرة أخرى ويكون خطافاً. وقد يتصل طرف الخطاف بالأرض اليابسة وتصبح البحيرة الساحلية مغلقة سرعان ما تجف. ولا يختلف شكل خط كنتور الصفر الذي يبين الخطاف البحري عن الشكل الذي يبين اللسان إلا في إنحناء طرفه الخارجى نحو اليابس.

د --- الحواجز الساحلية Coastal bars : يظهر الحاجز البحري على شكل أرض جزرية تحصر بينها وبين الكتلة اليابسة بحيرات ساحلية واسعة طولية الشكل. وقد تظهر الحواجز قصيرة غير متصلة، وقد تظهر متصلة على شكل جزيرة تمتد موازية للساحل لمسافات بعيدة. والحاجز البحري جسم رملي إرسابي تكون على طول خط تقابل الأمواج العائدة إلى البحر والتي تحمل المفتتات التي جرفتها من اليابس مع الأمواج القادمة من البحر صوب اليابس، وعلى طول هذا الخط تنشط

عملية الإرساب نتيجة ضعف الأمواج العائدة ومقدرتها على حمل المفتتات فتترسب على القاع. وباستمرار هذه العملية ينمو الحاجز تدريجياً حتى يصبح أعلى منسوب سطح البحر. ويظهر الحاجز على الخريطة الكنتورية حيث يصنع خط كنتور صفر حلقة كنتورية طولية على شكل جزيرة أمام الساحل.

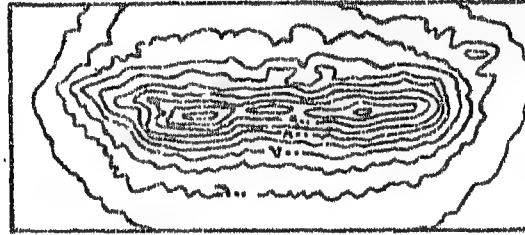
هـ - **المصببات الخليجية** Estuaries : المصبب الخليجي عبارة عن ذراع من مياه البحر قليل العمق يتوغل داخل الكتلة الأرضية اليابسة المجاورة، والأرض من حوله ذات تموجات بسيطة. وقد يكون للذراع فروع عديدة، ولكل فرع فروع ثانوية. وتنشأ المصببات الخليجية نتيجة إرتفاع في مستوى سطح البحر وطينياته على الأحباس الدنيا للأودية النهرية المخفورة في سهل ساحلي محدود الإرتفاع خفيف الانحدار والتي تنتهي إليه مما يؤدي إلى إمتداد مياه البحر إلى مسافات بعيدة وغمر أجزاء واسعة. ويظهر المصبب الخليجي على الخريطة الكنتورية حيث يمتد خط كنتور صفر في اليابس على شكل إصبع طويل، وقد يبدو على شكل كف اليد الذي يمتد منه أصابع عديدة. وهناك نوع من المصببات الخليجية تعرف باسم Rias وهي تنشأ نتيجة طغيان البحر وغمره للأجزاء الدنيا للأودية العميقة نسبياً والتي تمتد في أرض جبلية، ويحول عمق الأودية وشدة إنحدار جوانبها وقطاعها الطولي دون توغل مياه البحر لمسافة كبيرة داخل اليابس. ولذلك يلاحظ أن خط كنتور صفر لا يمتد في اليابس لمسافات بعيدة وقد لا تكون له فروع.

و - **الفيوردات** Fjords : تختلف الفيوردات كثيراً عن المصببات الخليجية فهي ضيقة في طول إمتدادها ومستقيمة تقريباً وجوانبها رأسية أو شديدة الإنحدار ولها فروع كثيرة تمتد في اليابس لمسافات بعيدة. ولذلك يلاحظ أن خط كنتور صفر شديد التعرج والتداخل والتوغل في اليابس، كما تظهر أمامه جزر ذات أشكال ومساحات مختلفة. كما يلاحظ أن كنتورات اليابس المجاورة لخط كنتور صفر تكاد توازيه وهي في نفس الوقت متقاربة بصورة ملحوظة. والفيوردات ماهي إلا أودية حفرها الجليد ثم إنزاح عنها، ولذا فإنها أكثر عمقاً من أى وادي نهري وجوانبها أشد إنحداراً، وقد طغت مياه البحر على الأجزاء الدنيا منها. (شكل ٣١).

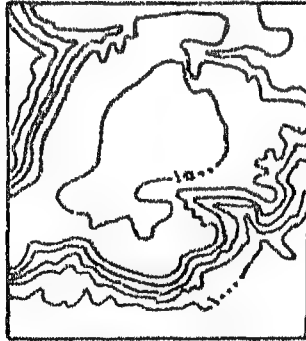
خامساً : تحليل الخريطة الكنتورية :

يتألف سطح الأرض من ثلاثة عناصر تتربط فيما بينها بطرق مختلفة فتعطي أشكال سطح الأرض التي سبق عرضها داخل وحدات تضاريسية كبرى هي القمة والمنحدر والسهل. وتأتي المنحدرات في مقدمة تلك العناصر حيث تحتل مساحات واسعة من سطح الأرض بينما تشغل القمم والسهول مساحات محدودة.

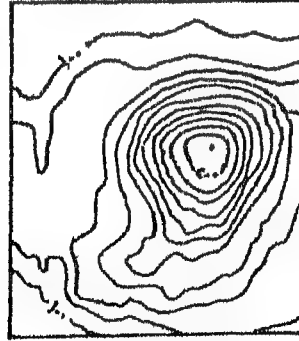
والقمة هي المنطقة التي تلتقي عندها أعالي المنحدرات، أو بعبارة أخرى المنطقة التي تشرف على منحدرات تهبط نحو الأسفل أي نحو الأرض السهلية المنبسطة المجاورة. وقد تكون القمة نقطة أو خط أو مساحة مستوية . (شكل ٣٢).



منطقة قمم مستوية



قمة مستوية

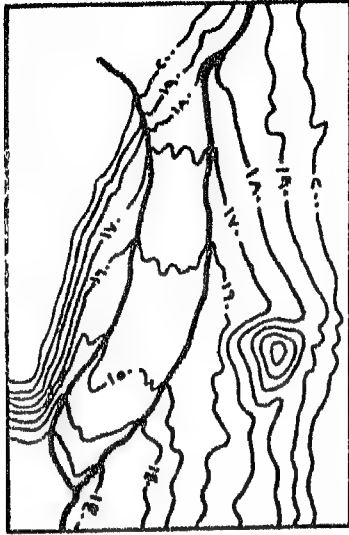


قمة منحدرة

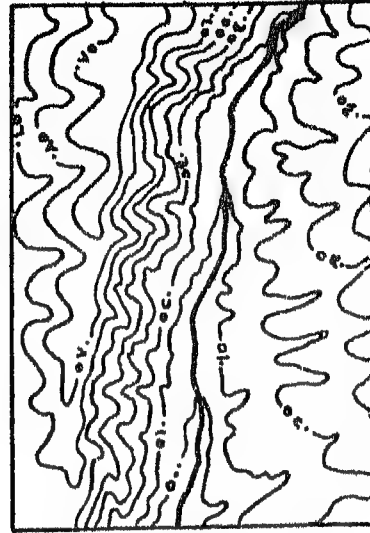
شكل (٣٢)

أما السهل فهو المنطقة المنخفضة محلياً أي نسبياً عما يجاورها من مرتفعات ، وتلتقى عندها أسافل المنحدرات. والسهول من الناحية الهندسية عبارة عن خط

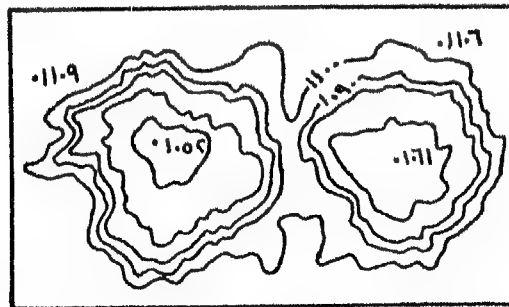
متعرج ينحدر إنحداراً خفيفاً، وغالباً يرتبط هذا الخط بمجرى مائي تشرف عليه المنحدرات الجانبية. ونادراً ما تلتقى المنحدرات في أسافلها عند نقطة إلا في حالة المنخفضات القمعية ومنخفضات فوهات البراكين والمنخفضات الدائرية المغلقة. (شكل ٣٣).



سهل (قاع وادي متعرج)



سهل (قاع وادي)



سهل (منخفضان دائريان)

شكل (٣٣)

والمُنحدرات هي الأجزاء من سطح الأرض التي تفصل بين القمم والسهول وتمتاز بالزيادة الملحوظة في قيم الانحدار. وبما أن المنحدرات تفصل بين منسوبين أحدهما أكبر من الآخر والفرق بينهما أكبر من الفاصل الكنتوري على الخريطة ، فإنها تظهر على شكل خطوط كنتور متتابعة تشير إلى الارتفاع باتجاه القمم وإلى الانخفاض تجاه السهول.

الوحدات التضاريسية :

الوحدة التضاريسية هي مجموعة من أشكال سطح الأرض متقاربة في صفاتها ومعالمها ومتواجدة في مكان واحد. والهدف من تحليل الخريطة الكنتورية هو التعرف على الوحدات التضاريسية في المنطقة التي تمثلها الخريطة والتمييز بينها. ويقوم التمييز على دراسة :

- ١ - المنسوب المطلق أي مدى الارتفاع أو الانخفاض عن مستوى سطح البحر وهو يفيد في الوصف، وكذلك المنسوب النسبي أي التضاريس النسبية أي الفرق في المنسوب بين القمم والسهول المجاورة.
- ٢ - أشكال سطح الأرض السائدة.

ويقوم تصنيف الوحدات التضاريسية على أساس منهجين مختلفين :

المنهج الأول : وهو التصنيف التحليلي لعنصر واحد من عناصر سطح الأرض مثل المنسوب أو قيمة الانحدار، والهدف منه التوصل إلى تصنيف بسيط. فإذا قام التصنيف على أساس المنسوب فيمكن في هذه الحالة تحديد فئات منسوب أو فواصل منسوب يتم على أساسها تقسيم الخريطة إلى مناطق مرتفعة ومناطق متوسطة الارتفاع ومناطق منخفضة، ثم استخدام لون أو ظل متدرج لبيان تلك المستويات وقياس المساحة التي يشغلها كل مستوى ونسبتها إلى المساحة الكلية. وقد يقوم التصنيف على أساس قيمة الانحدار، وفي هذه الحالة تصنف قيم الانحدار إلى فئات يتم على أساسها تقسيم الخريطة إلى مناطق شديدة الانحدار

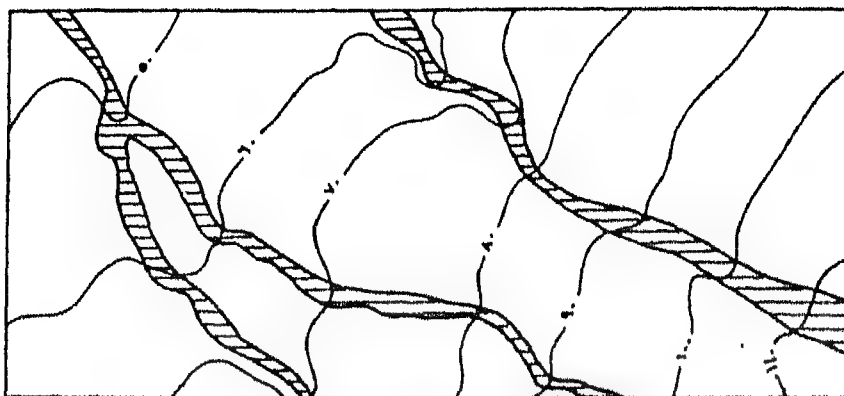
ومناطق متوسطة الانحدار ومناطق خفيفة الانحدار وتلونها أيضاً بلون أو ظل متدرجة وقياس مساحة كل شريحة لونية ثم نسبتها إلى المساحة الكلية.

ويحقق مثل هذا التصنيف التحليلي فوائد مهمة تمكن من معرفة مدى تأثير العنصر موضع التحليل على العناصر الجغرافية البيئية الأخرى. فدراسة مستويات المناسيب تفيد في الدراسات المناخية الخاصة بدرجات الحرارة أو التساقط، وفي الدراسات السكانية مثل دراسة كثافة السكان واختلافها، وفي الدراسات العمرانية مثل دراسة أنماط العمران. أما دراسة الأقاليم الانحدارية فإنها تفيد في الدراسات الخاصة بالعمليات الجيومورفولوجية وتحرك المواد وزحف التربة وتخطيط شبكات الطرق وشبكات الري.

المنهج الثاني : وهو التصنيف الشامل الذى يقوم على أساس المنسوب والتضاريس النسبية وقيم الانحدار وأشكال المنحدرات وأشكال سطح الأرض. وبناء على تلك المعايير مجتمعة ، فإن سطح الأرض يمكن تصنيفه فى ثلاث وحدات تضاريسية كبرى هى : السهول ، الهضاب ، الجبال ، كما يمكن تصنيف كل وحدة منها إلى وحدات تصنيفية ثانوية أى أنواع السهول وأنواع الهضاب وأنواع الجبال. (شكل ٣٤).

١ - السهل :

السهل عبارة عن أرض مستوية أو شبه مستوية وأوديتها سطحية لاتعمق فى السطح. ويشير هذا التعريف إلى أن قيم المناسيب المطلقة فى المنطقة متقاربة والتضاريس النسبية ضعيفة، ويترتب على ذلك ضعف فى قيم الانحدار وتسطح فى أراضي ما بين الأودية. وقيم المناسيب المطلقة غير مهمة فى حد ذاتها، فالسهل لايعنى أن المناسيب منخفضة ، فهناك سهول قريبة من مستوى سطح البحر وأخرى مرتفعة عنه بكثير. وهذا التعريف أيضاً لايعنى عدم وجود مرتفعات بارزة، بل كثيراً ما نجد مرتفعات منعزلة تعلو سطح السهل وتتخذ شكل تلال أو أعلام أو أعراف منعزلة. كما أن هذا التعريف لايعنى عدم وجود أى إنحدار بل أغلب السهول لها



الوحدة التضاريسية "الهول"



الوحدة التضاريسية "الجبال"



الوحدة التضاريسية "الهضاب"

شكل (٣٤)

إنحدار فى إتجاه ما، وهناك سهولاً تنحدر بصورة ملحوظة فى إتجاه واحد هى سهول أقدام الجبال.

ولايعنى هذا التعريف للسهل أية دلالة على الخصوبة وملائمة الظروف أمام الحياة البشرية، فالسهول ليست دائماً مناطق خصبة. بعض السهول تكاد تكون خالية من السكان بسبب الجفاف وخطر فيضانات السيول المفاجئة المدمرة، أو بسبب وفرة المياه وسوء الصرف وتكون المستنقعات، فانبساط السهل عامل إيجابى حيث لايسمح الضعف فى الإنحدار بتعرية مائية نشطة وفى نفس الوقت عامل سلبى إذا أدى إلى تراكم المياه.

وتوجد داخل السهول أشكال تضاريسية بسيطة تتمثل فى أشكال بارزة منعزلة تشرف على السطح المستوى العام ترتبط بعوامل خارجية مثل المياه (جسور نهريّة -- حواجز بحرية) أو الرياح (كثبان رملية).

أنواع السهول وأشكال سطح الأرض المرتبطة بها : تصنف السهول وتتنوع تبعاً لمعايير :

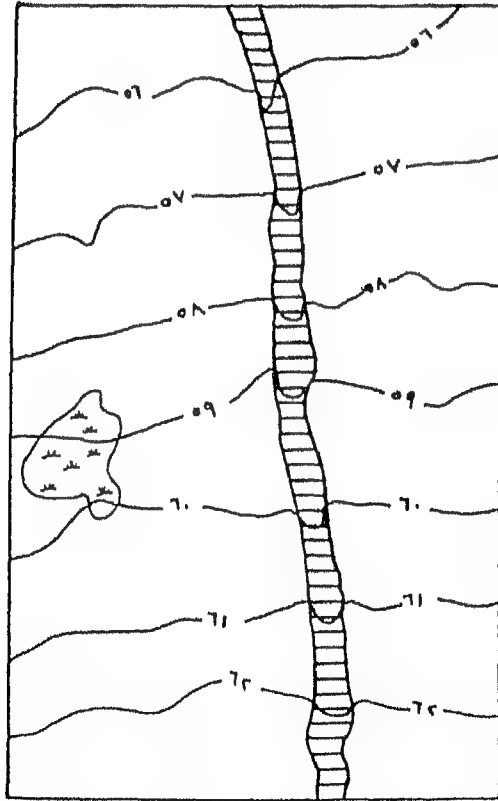
- تبعاً لأشكال سطح الأرض الصغيرة بها.

- تبعاً لموقعها النسبى بالنسبة للوحدات التضاريسية المجاورة لها.

- تبعاً لظروفها المناخية وموقعها بالنسبة للأقاليم المناخية.

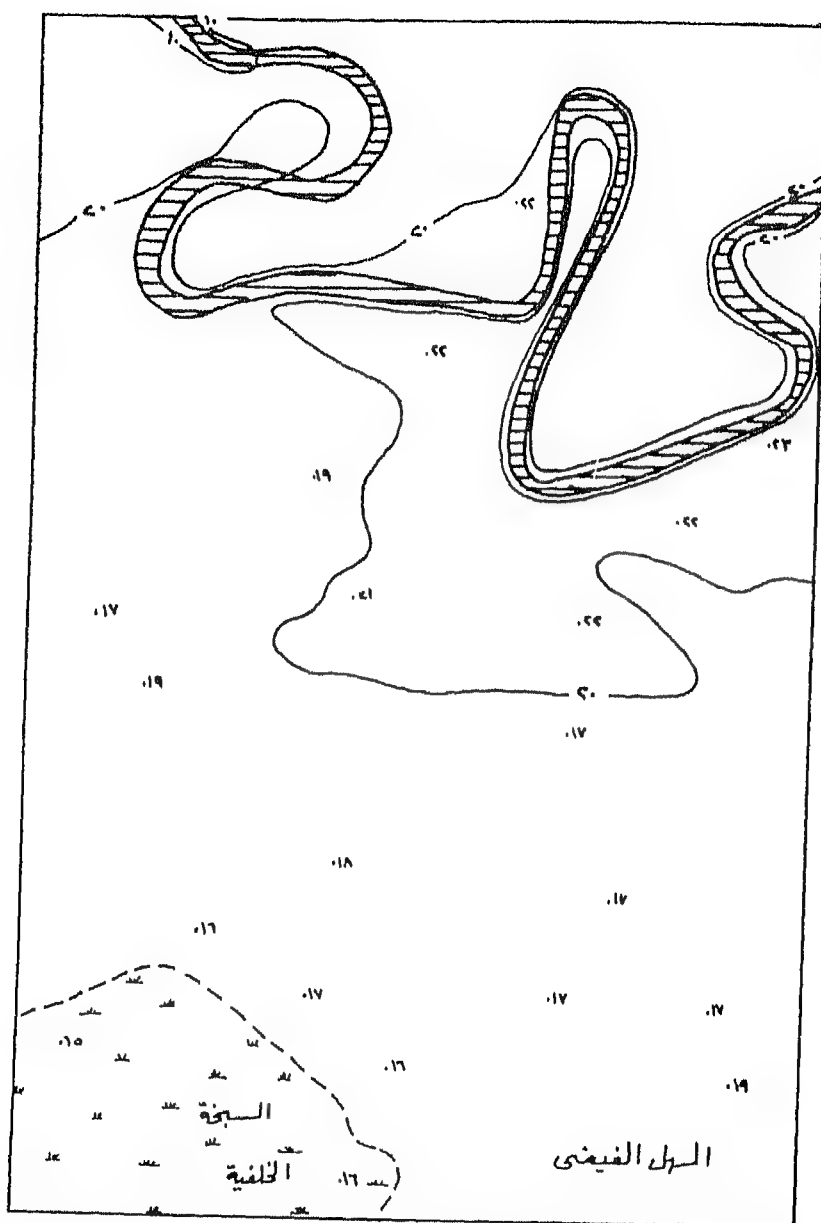
١ - السهول الفيضية : وتتواجد بالقرب من مستوى القاعدة، ويمثل الجريان السطحي العنصر الأساسى والرئيسى فى هذا النوع من السهول. ويلاحظ فيها التعرجات النهرية الواضحة، ولكل ثنية ضفتان : ضفة مقعرة تشرف على المجرى بإنحدار شديد وضفة محدبة تنحدر بإنحدار خفيف إتجاه المجرى. ويظهر الإنحدار الشديد بخطوط كنتور متقاربة وأحياناً متطابقة تبدو على شكل خط كنتور واحد مسنن (خطوط قصيرة عمودية على خط الكنتور تتجه نحو المجرى). وأحياناً يلاحظ على جانبى المجرى خطى كنتور متطابقين يبدوان على شكل خط مسنن، ولايعنى ذلك تعمق الوادى بل يعنى تعمق المجرى بين ضفتيه فى السهل

الفيضي وهو تعمق خفيف لا يتجاوز فاصل أو فاصلين كنتورين. كما يلاحظ عند فحص مناسيب خطوط الكنتور في السهل وجود خطوط كنتور بجوار المجرى ذات مناسيب أعلى من مناسيب خطوط الكنتور البعيدة عن المجرى أى أن المناسيب تتناقص بالإبتعاد عن المجرى. وتشير خطوط الكنتور الأعلى في المنسوب إلى ظاهرة الجسر الطبيعية Natural Levée ، بينما تشير خطوط الكنتور المنخفضة البعيدة عن المجرى إلى منطقة حوضية تشغلها عادة مستنقعات هي منطقة السبخات الخلفية Back - wash والتي تجف بفعل التبخر في أواخر الفصل الجاف. (شكل ٣٥).



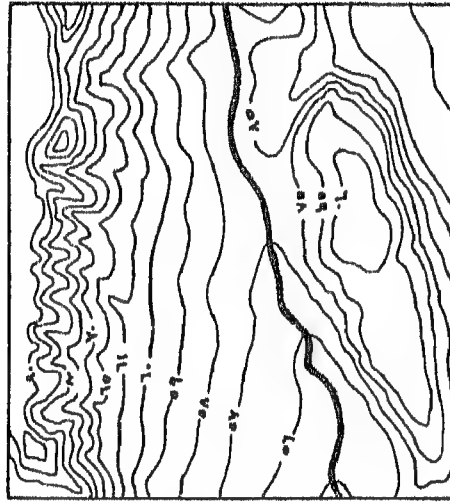
سهل فيضي يتحدار انحدارا خفيفا - لاحظ الكنتورات شبه المتوازية

شكل (٣٥)



(تابع) شكل (٣٥)

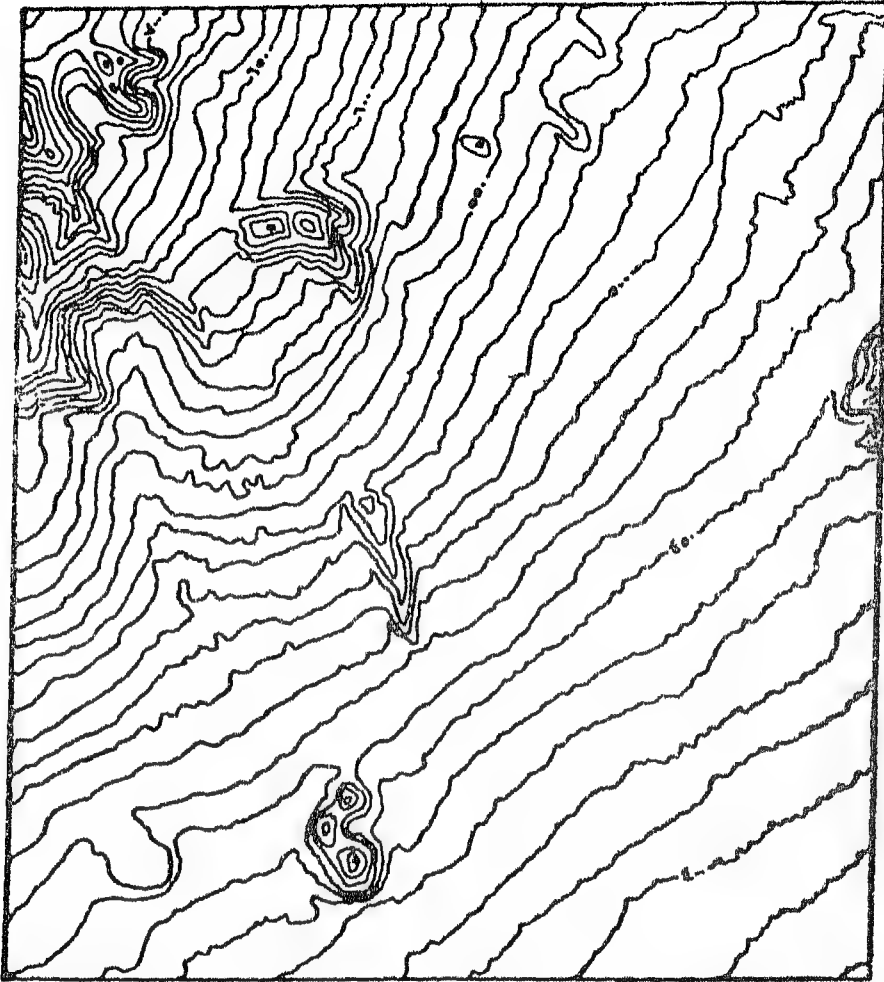
٢ - سهول قيعان الأودية النهرية : وهى سهول ترتبط بالمجارى المائية، ولها منحدرين جانبيين تجاه المجرى، وإنحدار عام طولى يتفق مع الإنحدار العام للمجرى نحو مستوى قاعدته. ويلاحظ عند الانتقال من المناطق الجانبية المنحدرة إلى قاع الوادى الانتقال من منطقة خفيفة الإنحدار إلى منطقة مستوية أو شبه مستوية هى قاع الوادى الذى تفيض عليه مياه النهر خلال فصل الفيضان. وقد يلاحظ على جوانب الأودية أجزاء تتقارب فيها خطوط الكنتور هى مقدمات أو واجهات لمصاطب تطل على سهل قاع الوادى من منسوب أعلى نسبياً. (شكل ٣٦).



سهول قيعان الأودية النهرية

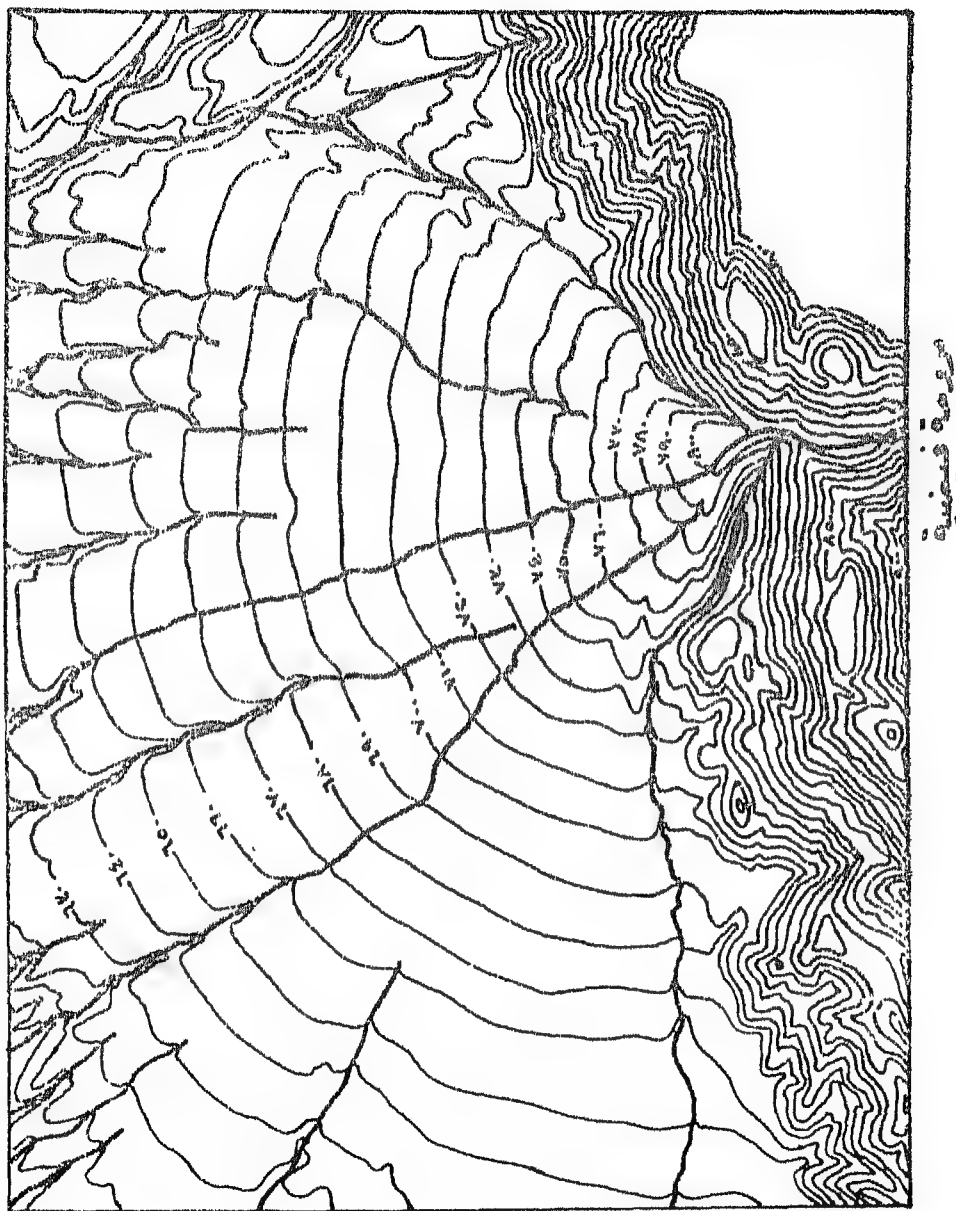
شكل (٣٦)

٣ - سهول أقدام الجبال (البيدمولت Piedmont) : تأخذ هذه السهول شكلاً خاصاً يتميز بالمنحدر المقعر التدريجى الخفيف من حضيض المرتفعات الجبلية إلى وسط السهل. ويلاحظ أن خطوط الكنتور مقوسة إلى الأمام قليلاً وعلى شكل زوايا منفرجة نحو أسافل السهل. وتتلاقى تلك الأقواس فى هيئة رؤوس تتجه وتشير إلى المنطقة الجبلية. وخطوط الكنتور موازية تقريباً لبعضها البعض وتخرجاتها بسيطة. (شكل ٣٧).



سهول أقدام الجبال (البيدمونت)

شكل (٣٧)



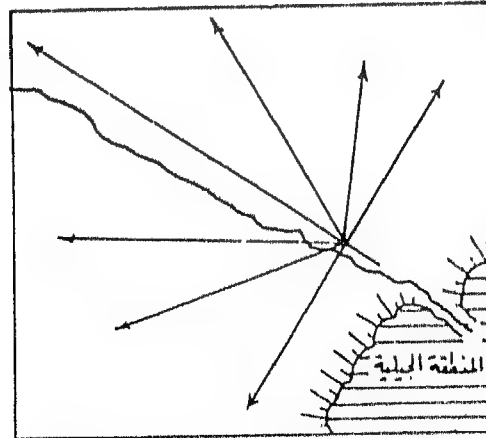
شكل (٣٨)

وهناك سهول على شكل المروحة يوضحها خطوط الكنتور التي ترسم أقواساً
تترب من أنصاف الدوائر تتحدب نحو أسافل المروحة، وتلتقى تلك الأقواس
بعضها في اتجاه المنطقة الجبلية لتبين خطوط التصريف التي تنتشر متتبعة لإتجاهات
الإنحجار الأكبر، ويتبع خط التصريف الرئيسى محور المخروط المروحي، وترسم بقية
خطوط التصريف المخاور الثانوية للمروحة. وتبدو القطاعات الطولية التي تمتد من
المنطقة الجبلية إلى أطراف المروحة على شكل منحنى مقعر، بينما تبدو القطاعات
التضاريسية التي تمتد عبر المروحة موازية للمنطقة الجبلية تقريباً على شكل منحنى
مقرب أو منتفخ فى الوسط. (شكل ٣٨).

وبصفة عامة هناك ثلاثة منحدرات على سطح المروحة :

- منحدر طولى رئيسى من مخرج الجرى من المنطقة الجبلية (رأس المروحة أو
المخروط) نحو أطراف المروحة. ويصنع زاوية قائمة تقريباً مع الواجهة الجبلية.
- منحدران ثانويان متعامدان على المنحدر الطولى الرئيسى، ويتجهان من
مخرج الجرى إلى الجانبين المنخفضين ويكونان معاً خطاً يوازى تقريباً الواجهة
الجبلية.

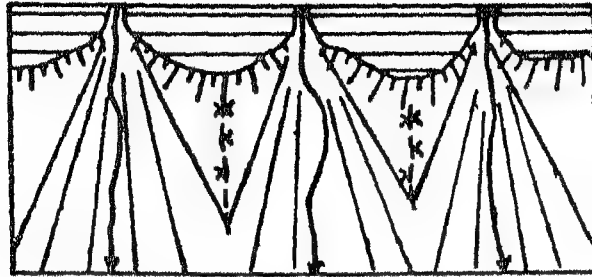
· منحدرات متعددة بين المنحدر الطولى الرئيسى والمنحدران الثانويان
المتعامدان. (شكل ٣٩).



المنحدرات المتتلفة فوق سطح المروحة

شكل (٣٩)

وقد تلتحم المراوح ببعضها البعض وتكون نطاقاً متصلاً، ولكن يلاحظ وجود منطقة منخفضة بين كل مروحة وأخرى تعتبر وكأنها خط تقسيم مياه بين مجموعة المجارى التى تنحدر على سطح مروحة ومجموعة المجارى التى تنحدر على سطح المروحة المجاورة. وهذه المنطقة جافة لاتصلها المياه إلا نادراً . (شكل ٤٠).

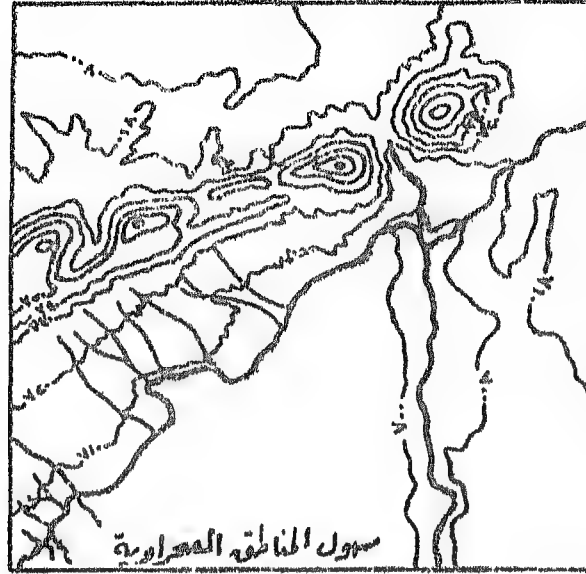


نطاقه متصل من المراوح والفواميل بين كل مروحة وتحتها
شكل (٤٠)

٤ - سهول المناطق الصحراوية : تلاحظ تلك السهول فى خرائط المناطق الصحراوية ، وتتميز بوجود كثافة عالية من خطوط الجريان السطحي تتعدى بكثير ما يلاحظ فى المناطق الرطبة، إلا أن ذلك لا يدل على وفرة المياه، بل يدل على عدم إنتظامها مكانياً وزمانياً. فخطوط التصريف التى تبدو على الخريطة الكنتورية على شكل خطوط مقطعة تشير إلى مجارى سيلية غير منتظمة تسيل بالمياه لمدة قصيرة ثم تجف لشهور طويلة، أى أن تلك الخطوط المقطعة تبين مجارى سبق أن سالت بها المياه ولو لمرات قليلة.

وتتوسط سهول المناطق الصحراوية فى الغالب مرتفعات متباعدة على شكل تلال مستديرة أو أعراف صخرية حادة منعزلة مما يضيق على السهل صفة التجزؤ إلى وحدات منفصلة. ويميل سطح السهل عند أقدام تلك المرتفعات إلى الانحدار الخفيف الذى يكسوه حصى وحصباء رديئة الإستدارة و رديئة التصنيف، وتشير إلى

تراجع تلك المرتفعات بفعل عوامل التعرية. وقد تتراكم الرمال على شكل فرشاة رملية أو عروق خطية صغيرة متوازية أو كشبان هلالية مختلفة الشكل والحجم والارتفاع وقد تكون متحركة فوق سطح السهل. (شكل ٤١).



شكل (٤١)

٢ - الهضبة :

الهضبة عبارة عن أرض متوسطة الارتفاع تتميز بالسطح المنبسط قليل التموج أو شبه المستوى أو المنحدر إنحداراً تدريجياً خفيفاً، تصحق فيه أودية خانقية عميقة ضيقة ذات جوانب شديدة الإنحدار، وتضرب بانحدار شديد على وحدات تضاريسية أخرى مجاورة عبارة عن سهول أو هضاب أقل ارتفاعاً.

والعنصر الرئيسى فى هذا التعريف هو المنسوب، فالمناصب المتقاربة تحقق صفة الإستواء أو الإنبساط أو التموج، وأن هذا السطح المستوى لا يتفق منسوبه مع منسوب الجريان السطحي بل يشرف عليه بفارق منسوب كبير، أى أن التضاريس النسبية كبيرة وهى صفة أو خاصية تميز الهضاب عن السهول. وتوجد المناصب العالية ذات القيم المتقاربة بعيدة عن الأودية وترتبط بها خطوط كنتور شديدة

التباعد تعطى صفة التسطح. كما توجد المناسيب المنخفضة دائماً بجوار خطوط التصريف وترتبط بها خطوط كنتور تتقارب بشدة وتقل في مناسيبها دليل على الهبوط الفجائي من سطح الهضبة إلى قيعان الأودية العميقة الضيقة ذات الجوانب شديدة الإنحدار. وتطل الهضاب على وحدات تضاريسية منخفضة بمنحدرات شديدة وأحياناً رأسية وأحياناً سلمية على شكل مصاطب تعرف بالأرصفة الصخرية .Rock Bench

وبناء على التعريف السابق فإن العناصر التضاريسية التي تشكل الهضبة هي :
- عنصر هضبي مستو أو شبه مستو أو موج وقد يكون له إنحدار خفيف ويمتاز باتساعه الواضح لوقوعه بين واديين متعمقين ويتباعدان عن بعضهما بمسافة كبيرة. وعندما يشتد تقطع الهضبة وتتقارب الأودية من بعضها البعض فإن العنصر الهضبي يصير ضيقاً ومستطيلاً وقد يبدو على شكل مضلع محدب متسع إلى حد ما ويسمى بالمتن. وتعتبر محاور المتن في هذه الحالة خطوط تقسيم مياه بين الأودية الجانبية.

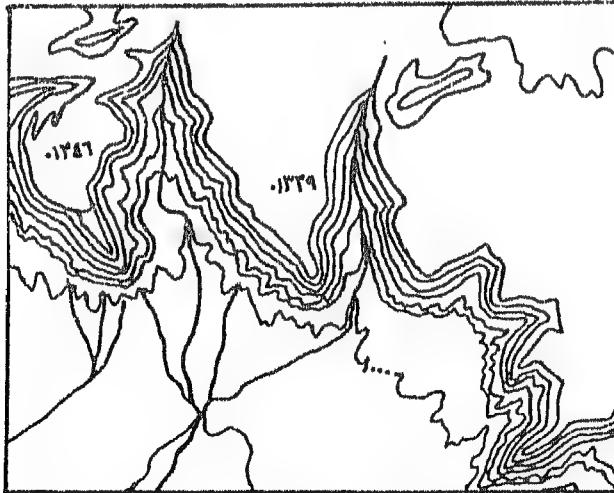
- أودية تتعمق في السطح المستوي ويمكن إتخاذها كمعيار لتصنيف الهضاب. وتتقارب قيعان الأودية الرئيسية في مناسيبها أى في مقدار تعمقها عن سطح الهضبة، كما تتشابه في شدة إنحدار جوانبها.

- إنحدار شديد تشرف به الهضبة على التضاريس المنخفضة المجاورة. ويعتبر هذا العنصر صفة أساسية للهضاب حتى وإن لم تتعمق فيها أودية. ويمثل هذا العنصر جانب أو حافة الهضبة التي قد تكون خطية قليلة التقطع أى على شكل خط له إتجاه أو أكثر يمكن تحديده، وقد تكون متعرجة على شكل نتوءات وثغرات متتابة. وتسمى النتوءات بالبروزات الهضبية أو الخشوم وأحياناً بالمنقار، وإذا تقاربت الخشوم أو المناقير أصبحت حافة الهضبة ذات شكل مسنن. أما الثغرات فهي غالباً متسعة على شكل أحواض قد ترتبط بالأودية الخانقية التي تقطع سطح الهضبة. وقد ينفصل عن الهضبة أجزاء محدودة الإتساع ومتباينة الإرتفاع تعرف بالقارة أو اليتيمة. وتبدو حافة الهضبة على شكل جرف إذا كانت

شديدة الإنحدار من أعلاها حتى أسفلها، إلا أن أغلب الحافات تكون مركبة بها تتحدب في أعلاها وتقدم في أسفلها. وأحياناً يظهر بالحافة مصطبة واسعة أو أكثر ننخفض عن سطح الهضبة التي تعلوها وتعلو المنخفض الذي تشرف عليه.

— في تعريف الهضبة لا يهتم بقيمة المنسوب المطلق، ولكن يمكن إستخدامه في تصنيف الهضاب إلى هضاب عالية وهضاب منخفضة. وقد يهتم بالمنسوب المطلق للتعرف على بعض العناصر التضاريسية البارزة فوق سطح الهضبة مثل التلال والأعراف. (شكل ٤٢).

ويترتب على تلك الصفات المميزة للهضبة، أن أسطح الهضاب جافة في الغالب، لبعدها عن مستوى المياه، وأن المنحدرات سواء كانت منحدرات جوانب الهضبة أو جوانب الأودية المتعمقة معرضة لعمليات التعرية والتجفاف التربة، وأن الأودية العميقة الضيقة ذات القيعان محدودة الإتساع معرضة لأختطار الفيضانات السيلية المفاجئة. كما أن وجود تلك الأودية العميقة يعوق إنشاء الطرق التي يمتاز الهضبة.



هضبة تظهر بحافة جافة بميزات على شكل زوايا حادة
وثغرات تشقلا أودية ضيقة ، وتعتبر الحافة
حافة مننعة . و سطح الهضبة مستوى به متون .

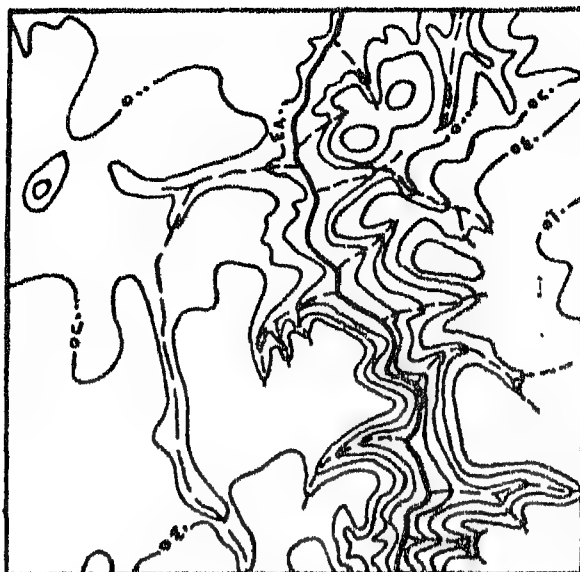
شكل (٤٢)

النوع الهضاب : تصنف الهضاب تبعاً لمعايير : الارتفاع المطلق ، الارتفاع النسبي أى مدى تعمق الأودية ، كثافة الأودية أى مدى تقطع سطح الهضبة .

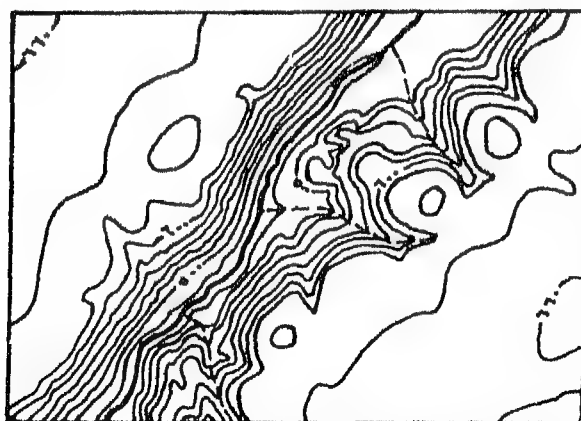
التصنيف تبعاً للارتفاع المطلق : هناك هضاب عليا قد يصل إرتفاعها إلى ٤٠٠٠ متراً فوق مستوى سطح البحر مثل هضبة التبت ، وهناك هضاب متوسطة الارتفاع مثل هضبة التيه فى شبه جزيرة سيناء التى يتراوح منسوبها إلى ١٠٠٠ ، ٥٠٠ متراً فوق مستوى سطح البحر ، وهناك هضاب قليلة الارتفاع مثل هضبة مارمريكا فى شمال الصحراء الغربية التى يتراوح منسوبها بين ٢٠٠ ، ١٠٠ متراً فوق مستوى سطح البحر . ولكن ليس للارتفاع المطلق نتائج مباشرة على الشكل العام للهضبة ، إلا أنه يلاحظ أن مدى تقطع السطح وتعمق الأودية يكون أكبر كلما انخفض المنسوب المطلق لسطح الهضبة .

التصنيف تبعاً للارتفاع النسبي : ويقوم هذا التصنيف على ملاحظة مدى تعمق الأودية الرئيسية التى تجتاز الهضبة وتقطعها وليس على الروافد والشعاب . وتصنف الهضاب بناء على هذا الأساس إلى : هضاب إرتفاعاتها النسبية بسيطة ، فأوديتها قليلة العمق تتراوح بين ٢٠ ، ١٠٠ متراً ، وإنحدارات جوانبها ضعيفة إلى متوسطة ومنحدراتها قصيرة . ويسهل اجتياز تلك الأودية . وهناك هضاب إرتفاعاتها النسبية متوسطة ، وهضاب يصل إرتفاعها النسبي إلى مئات الأمتار فأوديتها على شكل خنادق عميقة جوانبها تكاد تكون قائمة حائطية الإنحدار كما هو الحال فى هضبة الكلورادر . (شكل ٤٣) .

التصنيف تبعاً لكثافة الأودية ومدى تقطع الهضبة : ويعتبر هذا المعيار هو الأساس الذى يطبع شكل التضاريس . وبناء على هذا المعيار تصنف الهضاب إلى :
- هضاب شابة قليلة التقطع وتتميز بتباعد الأودية الرئيسية عن بعضها وقلة الروافد ومن ثم إتساع العناصر الهضبية وقلة وضوح المتون ، وظهور العناصر المنحدرة على شكل أشربة ضيقة على جوانب الأودية .
- هضاب مقطعة تتميز بتقارب الأودية المتعمقة وإرتفاع كثافة روافدها ،



هضبة ذات ارتفاع نسبي متوسط



هضبة ذات ارتفاع نسبي كبير

شكل (٤٣)

وبالتالى فإن العناصر المسطحة محدودة الإتساع والمتون هى الشكل التضاريسى السائد.

- هضاب شديدة التقطع : ويختفى منها العناصر الهضبية المسطحة وتسود المتون شديدة التقطع التى تشرف على أودية متعمقة ومتقاربة. (شكل ٤٤).



شكل (٤٤)

٣ - الجبل :

الجبل هو أرض مرتفعة شديدة التقطع والتباين فى المنسوب وفى أشكال القمم والمنحدرات والأودية. والعناصر التضاريسية التى تكوّن الجبل والتى يمكن ملاحظاتها على الخريطة الكنتورية هى :

- قمم ضيقة حادة أو محدبة دائرية أو مستطيلة يفصلها عن بعضها سروج وفجاج، وتظهر على شكل خط يعرف بخط القمة الذى قد يمتد على شكل خط مستقيم يمكن تعيين اتجاهه أو على شكل خط منحنى أو مقوس أو

متعرج. ويختلف منسوب القمم عن بعضها، لذا فالمنسوب المطلق له أهميته في التعرف على القمم المرتفعة والأخرى الأقل لإرتفاعاً. وترسم الكنتورات الحلقية المغلقة التي تدل على القمم أشكالاً مختلفة دائرية وبيضاوية ومستطيلة ذات إمتداد ملحوظ ومحدودة الإتساع. ويحدد المنسوب النسبي مدى تقطع المنطقة الجبلية.

- سفوح حادة شديدة الإنحدار وعرة في الغالب وشديدة الاختلاف في قيم إنحدارها وفي أنماط منحدراتها.

- شبكة تصريف تمتاز بشدة تقارب عناصرها، وتميل خطوطها إلى الإستقامة إلا أن هناك خطوطاً شديدة التعرج. وتتنوع قيعان الأودية الرئيسية فهناك قيعان ضيقة وأخرى واسعة على شكل منخفضات حوضية.

ويقوم تصنيف الجبال على أسس ومعايير مختلفة مثل :

أ - التصنيف على أساس المنسوب المطلق : وتصنف الجبال إلى : جبال عالية وجبال متوسطة وجبال قليلة الارتفاع.

ب - التصنيف على أساس التضاريس النسبية أى مدى التباين بين إرتفاعات القمم وقيعان الأودية والأحواض.

ج - التصنيف على أساس أشكال القمم والأعراف ومدى تقطعها ومدى إتساع الأحواض البينية الفاصلة.

وهناك تصنيفات تركيبية تقوم على دمج عدة معايير معاً، وقد يدخل معها إمكانيات الإستغلال البشرى.

الجبال العالية : وتتميز تلك الجبال بعدة صفات يمكن ملاحظتها على الخريطة الكنتورية :

- أغلب القمم لها إرتفاعات عالية والسروج والفجاج البينية ذات منسوب عال.

- تتشكل القمم والأعراف على شكل خطوط كثيرة التفرع فكل عرف أو قمة رئيسية يتفرع منها قمم وأعراف ثانوية، ونقط التفرع أو نقط الالتقاء تكون عادة على شكل قمة هرمية.

- تشكل أعالي الأودية أحواضاً عميقة قد تشغلها بحيرات وتطل عليها جروف وعرة، وتفتح تلك الأحواض إلى أودية ضيقة عميقة جوانبها شديدة الانحدار تكاد تصل إلى الشكل الرأسى الحائطى.

الجبال متوسطة الارتفاع : وتتميز بـ :

- تقل قيم المناسيب المطلقة عن الجبال السابقة، ولكن ترتفع قيم التضاريس النسبية، فالسطح شديد التقطع والسفوح شديدة الانحدار.

- ترسم القمم والأعراف أشكالاً قوسية أو بيضاوية تشرف على أحواض متسعة.

- أغلب الأودية على شكل خوانق ذات قاع ضيق أو يتسع محلياً فى بعض المناطق.

الجبال قليلة الارتفاع : وتتميز بـ :

- شدة التقطع ويسود القمم الشكل المستدير والبيضاوى ، كما توجد أحواض ومنخفضات داخلية.

-- لا توجد منحدرات شديدة ، فالإنحدارات أغلبها متوسطة ولكنها شديدة التقطع بالمسيلات والروافد.

الفصل الثالث

القطاعات التضاريسية من الخريطة الكنتورية

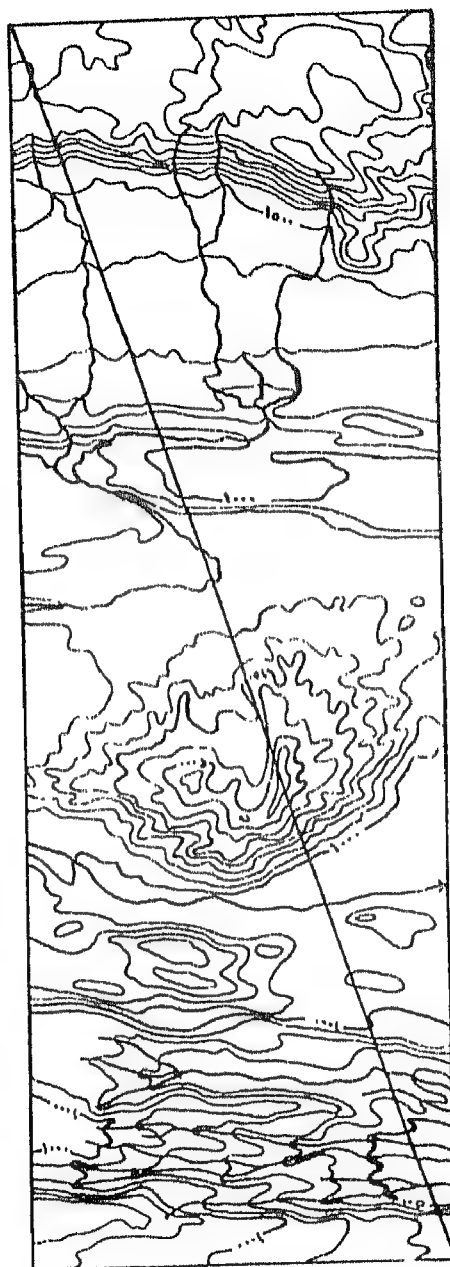
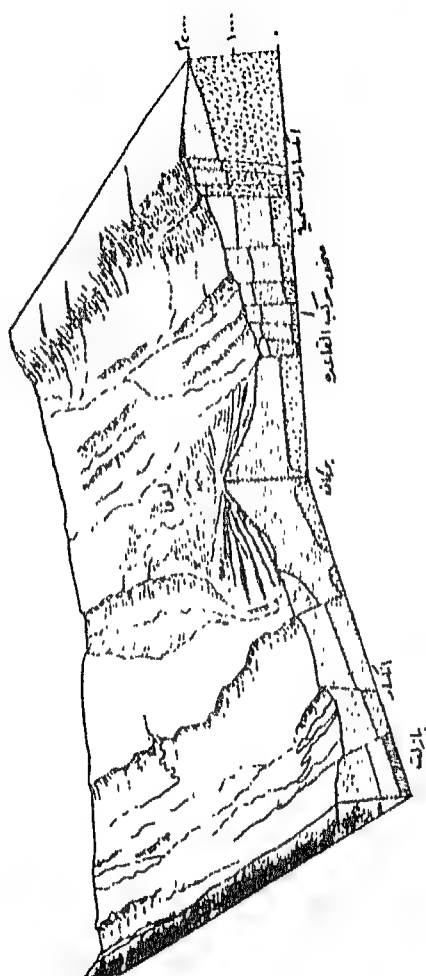
- القطاع التضاريسى المستقيم البسيط.
- القطاعات التضاريسية غير المستقيمة.
- القطاعات الزجزاجية.
- فائدة القطاعات العرضية للأودية والطولية لجاريها النهرية فى الدراسات الجيومورفولوجية.
- القطاعات العرضية للأودية على القطاع الطولى للنهر.
- القطاعات الطولية للمجرى النهرى الرئيسى وروافده.
- القطاعات المتداخلة (المنطبعة).
- القطاعات البانورامية.
- القطاع المركب.

الفصل الثالث

القطاعات التضاريسية من الخريطة الكنتورية

القطاع التضاريسي عبارة عن صورة جانبية لمنطقة معينة على طول خط محدد يسمى خط القطاع. وهو في أغلب الأحوال عبارة عن شكل نظري تصوري يتم إنشاؤه من الخريطة الكنتورية ولا يمكن رؤيته على الطبيعة بشكل منظور إلا في حالة القطوع الرأسية في مناطق المهاجر والمناجم والحافات الرأسية. والقطاعات التضاريسية لها أهمية بالغة في الدراسات الجيومورفولوجية فهي تعطي فكرة أكثر وضوحاً مما تعطيه الخريطة الكنتورية عن شكل سطح الأرض على طول خط القطاع، وكذلك شكل المنحدرات ودرجاتها. كما يمكن تمثيل البنية الجيولوجية عليها (شكل ٤٥). وقد يكون هذا القطاع بسيطاً يصل بين نقطتين سواء كان هذا القطاع مستقيماً أو منحنياً، وقد يكون مركباً أى يتكون من مجموعة من القطاعات البسيطة، وقد يكون مقفلاً إذا انتهى القطاع إلى النقطة التي بدأ منها ويعبر في هذه الحالة بالقطاع الصندوقي. وهناك نوع آخر من القطاعات التضاريسية يعرف بالقطاعات المتقاطعة:

وعند تخطيط القطاعات على الخريطة الكنتورية بهدف الدراسة الجيومورفولوجية التفصيلية ينبغي أن يمر خط القطاع متعامداً على الأشكال التضاريسية الرئيسية أو ممتداً إما على طول محاور الظواهر الجيومورفولوجية أو عبرها حتى يعطي فكرة صحيحة عن شكل المنطقة أو لخدمة هدف معين مثل تخطيط قطاع عرضي لوادي نهري أو تخطيط قطاع يبين شكل محاور أراضي مابين الأودية أو محاور خطوط تقسيم المياه أو قطاعات طولية للأنهار. وعلى العموم لا يفضل تخطيط قطاع على طول خط منحرف عن الاتجاه العام لمحاور الظواهر الجيومورفولوجية.



شكل (٤٥)

القطاع التضاريسي المستقيم البسيط. Simple relief profile:

القطاع التضاريسي البسيط هو الخط المستقيم الواصل بين نقطتين معلومتين على الخريطة. ولرسم هذا القطاع يجزى الآتى :

١ - يؤتى بورقة ذات حافة مستقيمة وتوضع على الخريطة بحيث تنطبق حافتها على الخط المحدد للقطاع فى الخريطة الكنتورية.

٢ - تحدد نقط تقاطع حافة الورقة (أى خط القطاع) مع خطوط الكنتور، ويكتب عند كل نقطة قيمة أى منسوب خط الكنتور الخاص بها، وكذلك أى ظاهرة تتقاطع مع خط القطاع مع كتابة أسماء هذه الظواهر مثل مجرى مائى، ساحل بحيرة، طريق ... إلخ.

٣ - يرسم خطاً مستقيماً أفقياً فى الورقة التى سيرسم عليها القطاع ثم توضع عليه حافة الورقة السابقة وتنقل إليه النقط والمناسيب المحددة لخطوط الكنتور المكتوبة على الحافة، وأيضاً نقط الظواهر المختلفة. ويسمى هذا الخط بقاعدة القطاع أو المحور الأفقى.

٤ - يرسم خطاً عمودياً على الطرف الأيسر لقاعدة القطاع يستعمل كـ مقياس رأسى للمناسيب. ويحسن أن يكون مقياس الرسم لهذا المحور الرأسى مساوياً تماماً لمقياس رسم المحور الأفقى أى مساوياً لمقياس رسم الخريطة الكنتورية المحدد عليها خط القطاع المطلوب رسمه. وفى الواقع فإن هذا لا يتحقق إلا عند رسم قطاعات من خرائط كبيرة المقياس مثل ١ : ٥٠٠٠ أو ١ : ١٠,٠٠٠ أو ذات فاصل رأسى فى حدود ٥٠ متراً مثلاً، أو فى خرائط ذات مقياس رسم أصغر ١ : ٥٠,٠٠٠ أو ١ : ١٠٠,٠٠٠ على الأكثر وذات فترة كنتورية لا تقل عن ١٠٠ متراً، أو بمعنى آخر عند رسم قطاعات من خرائط تفصيلية أو طبوغرافية ذات فترة كنتورية مناسبة. وفى هاتين الحالتين يمكن رسم القطاع بحيث يكون مايقابل كل ١ سم على المحور الأفقى يساوى مايقابل كل ١ سم على المحور

الرأسى. ولكن غالباً ما يضطر إلى إختيار مقياس رسم للمحور الرأسى يختلف عن مقياس رسم المحور الأفقى (الخريطة) ذلك لأن الامتدادات الأفقية تفوق كثيراً المناسيب الرأسية خاصة فى الخرائط صغيرة المقياس أو فى الخرائط متوسطة المقياس ذات الفاصل الرأسى المحدود. فعلى سبيل المثال عند رسم قطاع من خريطة مقياس رسمها ١:١٠٠,٠٠٠ يمر بمناسيب تتباين فى مدى محدود وكان أعلى منسوب يمر به خط القطاع ٦٠٠ أو ٧٠٠ م مثلاً أو حتى ١٠٠٠ م ، فعند الإلتزام بتوحيد مقياس الرسم على المحورين الأفقى والرأسى سيكون طول المحور الرأسى ٠,٦ أو ٠,٧ أو ١ سم. وفى هذه الحالة لا يمكن دراسة شكل سطح الأرض على طول خط القطاع أو تبين أى ظاهرة منه ويصبح فى النهاية عديم الفائدة. وتبرز هذه المشكلة فى حالة مقاييس الرسم الصغيرة التى يبدو معها شكل القطاع التضاريسى فى النهاية على شكل خط شبه مستقيم. لذا يضطر إلى رسم المقياس الرأسى مكبراً بالنسبة للمقياس الأفقى. ويطلق على هذا التكبير تعبير المبالغة، أى يضطر إلى المبالغة فى التضاريس حتى يمكن إظهار شكل سطح الأرض بالنسبة للإمتداد الأفقى. فى المثال السابق قد يختار مقياساً رأسياً بحيث يكون كل ١ سم به يساوى ١٠٠ متر مثلاً، بينما مقياس الرسم الأفقى كل ١ سم يساوى ١٠٠٠ متراً. ومن ثم يكون المقياس الرأسى أكبر ١٠ مرات من المقياس الأفقى أى بالغنا فى التضاريس ١٠ مرات ويسمى هذا التكبير بنسبة المبالغة أو قيمة المبالغة. ولذلك لابد أن يكتب مقدار المبالغة أسفل القطاع مع المقياسين الأفقى والرأسى.

ولتحديد مقدار المبالغة يتبع القانون التالى :

$$\frac{\text{قيمة وحدة المقياس الأفقى بالمتر (أو بالقدم)}}{\text{قيمة الفاصل الرأسى بالمتر (أو بالقدم)}}$$

وبوضوح الناتج ما إذا كان القطاع سيرسم بمبالغة رأسية أو بدونها، كما يمكن أن يحدد المقدار المناسب للمبالغة قبل البدء فى الرسم.

ففى خريطة مقياس رسمها ١ : ١٠,٠٠٠ بها خطوط كنتورية ذات فاصل رأسى ١٠٠ م فإن ناتج القانون السابق

$$= \frac{\text{وحدة المقياس الأفقى}}{\text{قيمة الفاصل الرأسى}} = \frac{١٠٠}{١٠٠} = ١$$

وهذا يعنى أن مقياس رسم المحور الأفقى يتناسب تماماً المحور الرأسى.

وفى خريطة مقياس رسمها ١ : ٢٠,٠٠٠ بها خطوط كنتورية ذات فاصل رأسى ١٠٠ م فإن ناتج القانون $= \frac{٢٠٠}{١٠٠} = ٢$ أى أنه إذا رسم المحور الرأسى بمقياس كل ١ سم به يساوى قيمة الفاصل الرأسى (١٠٠ م)، فإن المبالغة بالنسبة للمقياس الأفقى تكون مرتان. وهنا يحسن رسم المحور الرأسى بدون مبالغة وذلك برسم كل ١ سم = ٢٠٠ م أى أن قيمة الفاصل الرأسى على المحور الرأسى $= \frac{١}{٢}$ سم

وفى خريطة مقياس رسمها ١ : ٣٠٠,٠٠٠ بها خطوط كنتورية ذات فاصل رأسى ٥٠ م فإن ناتج القانون $= \frac{٣٠٠}{٥٠} = ٦$ أى أن نسبة المبالغة = ٦ مرة. ولكن مقدار المبالغة هنا كبير ولن يعطى فكرة صحيحة عن أشكال منحدرات أو قيم إنحدار سطح الأرض. وفى هذه الحالة ينبغى تصغير قيمة المبالغة إلى أقصى حد ممكن وليكن كل ٢ ملليمتر على المحور الرأسى = ٥٠ م أى كل ١ سم = ٢٥٠ م فتكون المبالغة ١٢ مرة فقط. وفى الحالات التى يتعذر فيها لإختيار نسبة مبالغة معقولة يفضل تكبير مقياس الرسم الأفقى للقطاع.

ويمكن تحديد قيمة المبالغة الرأسية بناء على قيمة التضاريس النسبية التي يمر بها خط القطاع، أى بناء على الفرق بين أعلى منسوب وأقل منسوب يمر به خط القطاع. ففي الخريطة الطبوغرافية المصرية مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠٠ والتي رسمت بها خطوط كنتور بفاصل كنتورى قدره ٢٠ متراً، يمكن إقتراح مقياس رسم للمحور الرأسى أى قيمة مبالغة بناء على قيمة التضاريس النسبية كالتالى :

قيمة التضاريس النسبية	مقياس الرسم المقترح للمحور الرأسى	قيمة المبالغة
أقل من ٥٠ م	١ : ٢٥٠٠	٢٠ مرة
٥٠ - ١٠٠ م	١ : ٥٠٠٠	١٠
١٠٠ - ٢٠٠	١ : ١٠٠٠٠	٥
٢٠٠ - ٣٠٠	١ : ١٥٠٠٠	٣,٣
٣٠٠ - ٤٠٠	١ : ٢٠٠٠٠	٢,٥
٤٠٠ - ٥٠٠	١ : ٢٥٠٠٠	٢
٥٠٠ - ٦٠٠	١ : ٣٠٠٠٠	١,٦٧
٦٠٠ - ٨٠٠	١ : ٤٠٠٠٠	١,٢٥
٨٠٠ - ١٠٠٠	١ : ٥٠٠٠٠	١
أكبر من ١٠٠٠ م	١ : ٥٠٠٠٠	١

وهناك شبه إتفاق فى القطاعات المرسومة من الخرائط الإنجليزية على أن تكون نسبة المبالغة على النحو الآتى:

شكل التضاريس ومقدار المبالغة			المقياس
تضاريس ضحلة أو باهتة	تضاريس متوسطة	تضاريس حادة	
٥,٢٥	٢,٥٠	١,١٠	١ : ٦٣٣٦٠
٥,٢٥	٢,٥٠	١,٥٠	$\frac{1}{2}$ بوصة للميل
١٠,٠٠	٤,٢٥	٤,٢٥	$\frac{1}{4}$ بوصة للميل

وعلى غرار النسب المتبعة في القطاعات الإنجليزية وضع الجدول التالي بالنسبة للمقاييس الفرنسية المستعملة في الخرائط المصرية.

شكل التضاريس ومقدار المبالغة			المقياس
تضاريس ضحلة أو باهتة	تضاريس متوسطة	تضاريس حادة	
٢	١	١	٢٥,٠٠٠ : ١
٢,٥	١,٥	١	٥٠,٠٠٠ : ١
٣	١,٥	١	١٠٠,٠٠٠ : ١
١٠,٥	٤	٤	٢٥٠,٠٠٠ : ١
٢٠	٨	٨	٥٠٠,٠٠٠ : ١

٥ - بعد رسم المحور الأفقى وبعد تحديد مقدار المبالغة المناسب ورسم المحور الرأسى على أساسه وجرى تدريجه، تقام أعمدة من النقاط المختلفة التى رسمت على قاعدة القطاع بحيث يكون طول كل عمود مناسب للمنسوب المدون أسفل كل نقطة حسب مقياس الرسم المنتخب للمحور الرأسى.

٦ - يوصل بين أطراف هذه الأعمدة بدون إستعمال المسطرة لأنه لا يوجد جزء من سطح الأرض مستو تماماً إلا فى حالة مرور خط القطاع بسطح مائى ثابت كالبحيرات أو عند تماس خط القطاع لخط كنتور. وفى حالة ما إذا كان خط القطاع يمر بنقطتين متساويتين فى المنسوب يرسم خط القطاع بينهما على شكل منحنى إلى أعلى أو منحنى إلى أسفل وذلك بالرجوع إلى الخريطة الكنتورية نفسها، فإذا كانت المنطقة المحصورة بين هاتين النقطتين تقع أعلى من منسوبيهما جرى التوصيل بخط منحنى إلى أعلى والعكس صحيح.

٧ - يكتب على القطاع أسماء أشكال السطح أو الأسماء الأخرى المذكورة على الخريطة الكنتورية ويمر بها خط القطاع مثل نهر كذا أو بحيرة كذا.

٨ - يكتب أسفل القطاع أو فى مكان مناسب منه المقياس الأفقى والمقياس الرأسى ونسبة أو مقدار المبالغة، وكذلك الاتجاهات على طرفيه لمعرفة التوجيه الصحيح للقطاع، وأيضاً الحرفان الأبجديان المحددان لبدائته ونهايته مثل أ ، ب.

القطاعات التضاريسية غير المستقيمة :

قد تدعو الحاجة إلى رسم قطاعات لظواهر تمتد على شكل خطوط متعرجة أو منحنية وفى هذه الحالة لا يمكن رسمها بواسطة الورقة ذات الحافة المستقيمة. ومن أمثلة هذه القطاعات غير المستقيمة تلك التى تنشأ على طول محور سلسلة جبلية (خط تقسيم مياه أو محور أراضي ما بين الأودية) أو مثل قطاع طولى لجرى مائى أو محور وادى جاف.

وتنحصر المشكلة عند إنشاء مثل هذه القطاعات غير المستقيمة فى صعوبة توقيع النقط التى تتقاطع فيها خطوط الكنتور مع هذا الخط المتعرج، وللتغلب عليها يستعمل الفرجار ذو السنين (المقسم). ويستخدم هذا الفرجار فى فرد الخط المتعرج الفاصل بين خطوط الكنتور أو فرد خط المجرى النهرى وتوقيعه على قاعدة القاع. وطريقة الرسم هى :

- ١ - يرسم خطاً أفقياً يكون هو قاعدة القطاع (المحور الأفقى للقطاع).
- ٢ - يرسم عند الطرف الأيسر للمحور الأفقى أو عند الطرف الأيمن عموداً (المحور الرأسى) يحدد عليه المناسيب بنسبة المبالغة المناسبة، ويرسم هذا المحور الرأسى على طرف واحد فقط من المحور الأفقى لحين الإنتهاء من رسم القطاع فيرسم المحور الرأسى الآخر. ذلك لأن طول المحور الأفقى فى هذه الحالة ليس هو الخط أو المسافة المباشرة بين بداية القطاع ونهايته على الخريطة الكنتورية، ولكن طول خط المجرى النهري أو خط محور السلسلة الجبلية.
- ٣ - يفتح المقسم فتحة صغيرة ولتكن ٣ ملليمتر، ويوضع عند بداية خط القطاع وينقل فوقه متتبعاً تعاريجيه حتى إلتقائه بأول خط كنتور. وبمعرفة عدد النقلات وضربها فى سعة فتحة المقسم يتم الحصول على طول الجزء من القطاع من بدايته حتى إلتقائه بأول خط كنتور. فإذا كان عدد النقلات ١٠ وسعة المقسم ٣ ملليمتر، إذن طول هذا الجزء $10 \times 3 = 30$ ملليمتر أى ٣ سم. وهكذا ينقل المقسم بنفس الفتحة على طول خط القطاع المتعرج من خط كنتور إلى آخر بالترتيب، وفى كل مرة يسجل حاصل ضرب عدد النقلات \times السعة ويسجل الناتج فى ورقة خارجية مساعدة لتجنب الوقوع فى الخطأ أو السهو حتى نهاية القطاع، كما فى الجدول التالى :

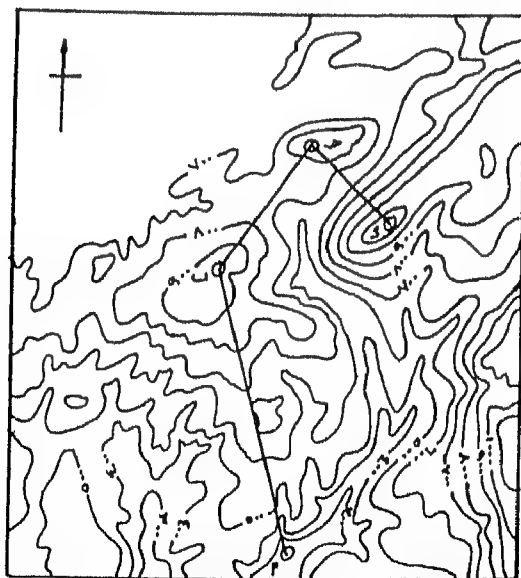
النقطة	المسافة بين خطوط الكنتور على القطاع	المنسوب
١ (بداية القطاع)	صفر	فوق منسوب ١٠٠٠ م مثلاً
٢	٣,٠ سم ($3 \times 10 = 30$ ملم)	١٠٠٠
٣	٣,٦ سم ($3 \times 12 = 36$ ملم)	٩٠٠
٤	٣,٦ سم ($3 \times 12 = 36$ ملم)	٨٠٠
٥	٠,٦ سم ($3 \times 2 = 6$ ملم)	٧٠٠
٦	٣,٠ سم ($3 \times 10 = 30$ ملم)	٦٠٠
٧	٣,٠ سم ($3 \times 10 = 30$ ملم)	٥٠٠
٨	٤,٢ سم ($3 \times 14 = 42$ ملم)	٤٠٠
٩ (نهاية القطاع)	٢,٧ سم ($3 \times 9 = 27$ ملم)	أقل من ٤٠٠ وأعلى من منسوب ٣٠٠

٤ - توقع هذه المسافات على المحور الأفقى للقطاع، ويقام عند كل نقطة عمود يتناسب طولُه مع المنسوب الخاص به حسب مقياس رسم المحور الرأسى.

٥ - يتم توصيل أطراف الأعمدة بخط منحنى فى حالة قطاعات محاور السلاسل الجبلية ويخط منكسر (بالمسطرة) فى حالة القطاعات الطولية للمجارى المائية ومحاور الأودية الجافة.

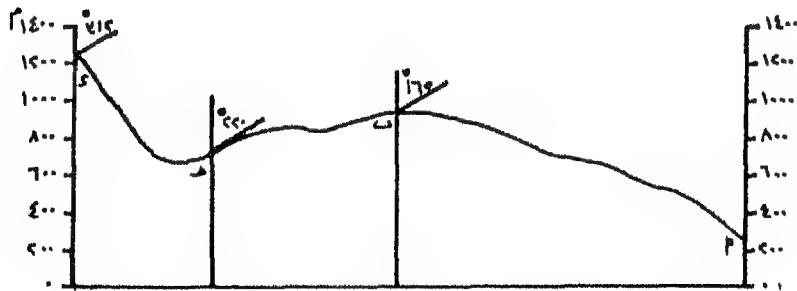
القطاعات الزجزاجية :

وهناك نوع آخر من القطاعات غير المستقيمة تعرف بالقطاعات الزجزاجية وهى تمتد على شكل خط مستقيم منكسر لايسير فى إتجاه واحد. والغرض من مثل هذا القطاع هو الإلمام بفكرة واضحة عن تضاريس أجزاء من المنطقة الممثلة على الخريطة ، بالإضافة إلى الخريطة الكنتورية نفسها. (شكل ٤٦).



شكل (٤٦)

وطريقة رسم هذا القطاع لاختلاف عن طريقة رسم القطاع التضاريسى البسيط ولكن بشئ من التعديل، وذلك بنقل نقط تقاطع خطوط الكنتور مع كل جزء من أجزاء خط القطاع على شريط طويل من الورق يكفى لنقل كل النقط الموجودة على طول كل هذه الأجزاء كما لو كانت خطاً مستقيماً واحداً. وبطبيعة الحال يجرى وضع حافة الورقة المستقيمة على كل جزء من الخط كيفما كان إتجاهه أثناء عملية النقل، مع توضيح نقط تغير إتجاه أجزاء خط القطاع. يرسم القطاع كالمعتاد على محورين أفقي طوله يساوى إجمالى طول الخط المنكسر ورأسى مبين عليه المناسيب. يحدد على المحور الأفقى نقط تغير إتجاه أجزاء خط القطاع ويقام منها أعمدة حتى القطاع المرسوم وتمد على إستقامتها خارجة بمسافة مناسبة. ومن نقط تقاطع هذه الأعمدة مع القطاع يرسم خط مائل بأى زاوية يكتب عليها زاوية إنحراف أجزاء خط القطاع عن الشمال أو زاوية الإتجاه بين أجزاء خط القطاع. (شكل ٤٧).



شكل (٤٧)

فائدة القطاعات العرضية للأودية والطولية نجاريها النهرية فى الدراسات الجيومورفولوجية:

يمثل القطاع العرضى للوادى شكل الوادى من جانب إلى الجانب الآخر، فهو خط يصل بين نقطتين على جانبي الوادى ماراً بقاعه وبانجرى، ومن ثم فإن عادة ما يكون على شكل خط مستقيم عمودى على إتجاه الوادى ولكن هناك حالات يجب فيها تعديل إتجاه خط القطاع حتى يكون معبراً تعبيراً صحيحاً عن شكل الوادى وإنحدار جانبيه، لذا فقد يمتد على شكل خط منكسر عبر الوادى حتى تكون أجزاء خط القطاع عمودية على خطوط الكنتور.

ويوضح القطاع العرضى للوادى الشكل العرضى للوادى من حيث إتساعه العام ودرجة إنحدار جانبيه ومدى إتساع قاعه والتفاصيل الثانوية الأخرى التى تظهر فى إنحدارات القطاع، وأيضاً تحديد الوضع الجيومورفولوجى لهذا الوادى من درة التعرية، فقد يكون وادياً عادياً فى مرحلة ما (الشباب - النضج - الكهولة)، أو يعطى صورة عن أجزاء هذا الوادى (العليا والوسطى والدنيا). ولعل من أوضح الظواهر التى تبرزها هذه القطاعات هى ظاهرة مصاطب الأودية التى يمكن إرجاعها لأكثر من سبب من الأسباب الآتية :

١ - عدم تسوية منحدرات جوانب الأودية فى المناطق التى يختلف فيها نوع الصخر من حيث صلابته ودرجة مقاومته لعوامل التعرية.

٢ - نتيجة لعملية التجديد أى هبوط مستوى القاعدة.

٣ - تأثر الوادى النهرى بالتغير فى الظروف المناخية.

وهناك ظاهرة أخرى تصورها هذه القطاعات العرضية للأودية وهى عدم التناسق، وتتصف بهذا الشكل الأودية النهرية التى تسير موازية لخطوط المضرب المعروفة باسم الأودية التالية Subsequent Valleys.

والقطاع الطولى له أهمية خاصة فى الدراسات الجيومورفولوجية، إذ يوضح درجات الانحدار المختلفة من منبع النهر إلى مصبه. وترتبط الاختلافات فى درجات الانحدار بعوامل جيومورفولوجية مثل مقدرة النهر على النحت أو الإرساب والمرحلة التى يمكن أن يكون عليها النهر فى دورة التعرية. كما تظهر على القطاع الطولى أجزاء يشتد فيها الانحدار وتبدو على شكل مساقط مائية. وتلفت هذه الظاهرة على القطاع الطولى نظر الدارسين إلى أسئلة هامة تتعلق بكيفية نشأة هذه المساقط المائية. كما أن القطاع الطولى يوضح بصفة عامة المناطق التى توجد بها فرصة أكبر للتبخّر.

وتعطى القطاعات الطولية للأنهار فكرة عن مراحل تطورها، فإذا كان القطاع قليل الانحدار مقعراً دل على أن النهر قد وصل مرحلة التعادل. أما إذا وجدت عليه بعض النقاط التى تزداد عندها سرعة جريان النهر فهذه يمكن إرجاعها إلى أكثر من سبب.

١ - تأخر فى عملية تسوية النهر لقاعه وذلك لوجود صخور صلبة، وهذا بالطبع يمكن التحقق منه بالرجوع إلى الخريطة الجيولوجية، وكذلك التعرف على الظواهر الجيومورفولوجية التى نشأت على جانبي الوادى نتيجة لوجود هذه الصخور.

٢ - تأثر النهر بعملية التجديد خاصة إذا كان هذا المسقط المائى الظاهر على القطاع مركزاً على تكوينات جيولوجية لينة.

٣ - تأثر النهر وواديه بالتغير فى الظروف المناخية مثل تأثره بالتعرية الجليدية بمعنى مدهامة الجليد للوادى النهري وتحويله إلى وادى جليدى ثم عودة الوادى إلى طبيعته النهرية.

وإذا ما تبين للدارس أسباب هذه المساقط أمكنه من معرفة مناسيب تلك التى

ترجع إلى هبوط مستوى القاعدة التعرف على المناسيب التقريبية لمستوى مياه البحار التي كانت تصب فيها هذه الأنهار.

ولكى تتضح الخصائص الجيومورفولوجية للأودية النهرية والربط بين نقط التجديد على القطاعات الطولية للمجاري النهرية والمصاطب النهرية التي تظهر على القطاعات العرضية، يحسن رسم القطاعات العرضية للأودية مع القطاعات الطولية للأنهار.

القطاعات العرضية للأودية على القطاع الطولى للنهر:

يمثل كل من القطاع الطولى للنهر والقطاع العرضى للوادي إنحدار سطح الأرض بين نقطتين، الأول بين إنحدار المجرى، والثانى بين إنحدار سطح الأرض من نقطة على محور أراضى ما بين الأودية على جانب الوادي إلى النقطة المقابلة على محور أراضى ما بين الأودية على الجانب الآخر. وكما أشرنا من قبل فإن هذين القطاعين يعطيان فكرة عن مراحل تطور الأنهار وأوديتها، وكذلك الخصائص الجيومورفولوجية لعناصر الوادي من المنبع إلى المصب.

ولكى يسهل الربط بين درجة وشكل إنحدار المجرى النهرى ودرجة وشكل إنحدار قاع وجانبا الوادي، فقد اعتاد الجيومورفولوجيين رسم القطاعات العرضية لأجزاء مختلفة من الوادي على القطاع الطولى للنهر، قطاع عند نقطة ما فى منطقة المنبع، وقطاع ثان فى الجزء الأوسط، وقطاع ثالث فى منطقة المصب. وعادة لاتكفى هذه القطاعات الثلاثة، بل قد تدعو الحاجة إلى رسم مجموعة من القطاعات العرضية حتى يمكن تبين العلاقة بين مجرى النهر وجانبى واديه بوضوح.

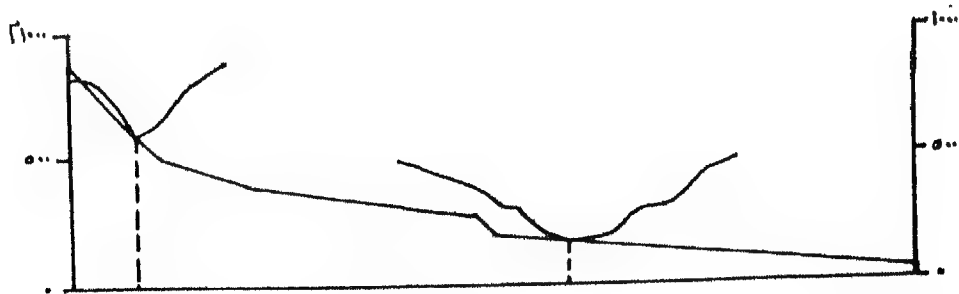
ولرسم القطاعات العرضية لأجزاء الوادي على القطاع الطولى لمجرى يجرى الآتى:

- ١ - تخطيط القطاعات العرضية على الخريطة الكنتورية، وبنفس الشروط السابق ذكرها فى رسم القطاعات العرضية.
- ٢ - عند نقل نقط تقاطع خطوط الكنتور مع المجرى النهري لرسم القطاع الطولى ينقل معها أيضاً نقط تقاطع القطاعات العرضية مع المجرى.
- ٣ - بعد رسم القطاع الطولى لمجرى النهر يحدد عليه نقط تقاطعه مع القطاعات العرضية.
- ٤ - يؤتى بشريط الورق ويوضع فوق خط القطاع العرضى وتنقل عليه نقط تقاطعه مع خطوط الكنتور ونقطة تقاطعه مع المجرى النهري.
- ٥ - توضع نقطة تقاطع القطاع العرضى مع المجرى المسجلة على شريط الورق فوق النقطة المناظرة لها على القطاع الطولى، بحيث تكون حافة شريط الورق موازية للمحور الأفقى للقطاع الطولى.
- ٦ - يرسم القطاع العرضى بحيث يمر الخط المقعر الواصل بين النقطتين الواقعتين على جانبي نقطة تقاطع القطاع العرضى بالمجرى بنقطة تقاطع القطاع العرضى بالقطاع الطولى.
- ٧ - ترسم عادة القطاعات العرضية للوادي فى أحباسه المختلفة (الأعلى والأوسط والأدنى) بنفس قيمة المبالغة فى مقياس رسم المحور الرأسى للقطاع الطولى للمجرى. وفى هذه الحالة لا يرسم القطاع العرضى محصوراً بين قاعدة ومحورين رأسيين.
- ولكن أحياناً ترسم بعض القطاعات العرضية بدون مبالغة رأسية، ويرجع ذلك إلى كبر الفارق الرأسى بين قاع الوادى ومحور أراضى مابين الأودية على الجانبين، وعندئذ يرسم القطاع بين قاعدته ومحوريه الرأسيين الأيمن والأيسر، ويدير المحوران بنفس مقياس رسم المحور الأفقى للقطاع الطولى.

وفى أحيان أخرى عند رسم القطاع العرضى للوادر فى منطقة المصب حيث القاع متمس والجانبان محدودا الارتفاع، يصبح مقياس رسم المحور الرأسى - بنسبة المبالغة أو بدونها - للقطاع الطولى لمجرى غير مناسب، لذا تستخدم قيمة مبالغة مغايرة مناسبة لقيم المناسيب لهذا القطاع العرضى، كما يجب حصر القطاع بين قاعدة ومحورين، ويجب تدريج المحور الرأسى حسب مقياس الرسم المنتخب.

وعلى ذلك قد يتغير المقياس الرأسى من قطاع لآخر مما يضلل عملية المقارنة والدراسة. لذلك يفضل أن ترسم جميع القطاعات العرضية بنفس مقياس الرسم المستخدم فى القطاع الطولى دون النظر إلى طبيعة المناسيب. فالهدف من تلك القطاعات العرضية للوادر المنشأة على القطاع الطولى لمجرى هو تبين العلاقة بين الظواهر الجيومورفولوجية على طول المجرى وعلى جانبى الوادى كما توضحها تلك القطاعات. (شكل ٤٨).

٨ - إذا كان تخطيط القطاع العرضى فى منطقة المنبع بالقرب من نقطة بداية المجرى، وفى منطقة المصب بالقرب من نهاية المجرى، فإن تلك القطاعات سوف تمتد خارج المحورين الرأسيين الأيمن والأيسر للقطاع الطولى، ولذا يفضل فنياً زحزحة المحورين إلى الخارج مع بقاء القطاع الطولى كما هو دون مده إليهما.



شكل (٤٨)

٩ - كثيراً ما تتقاطع القطاعات العرضية مع بعضها ومع القطاع الطولي للمجرى، ولذا يجب تسمية القطاعات أبجدياً أو رقمياً على الخريطة الكنتورية وبنفس التسمية على القطاعات أو ترميزها برمز أو تلوينها بلون مختلف.

القطاعات الطولية للمجرى النهري الرئيسى وروافده :

تهدف تلك القطاعات إلى إبراز العلاقة بين نظم الأودية النهرية وإنخفاض مستويات قواعدها، وإبراز تأثير إختلاف توزيع الصخور الصلبة والصخور الضعيفة فى الحوض النهري. تلك الإختلافات التى تتضح على القطاع الطولى للنهر فى صورة عدم إنتظام فى الإنحدار العام. وتعرف نقط التغير فى إنحدار المجرى النهري والتى تظهر على القطاع الطولى بنقط التجديد Knick Point، تنشط عندها عملية النحت الرأسى. وتراجع تلك النقط صاعدة نحو المنابع فتتأثر بها الأجزاء من الأنهار التى تلحقها تلك النقط. بمعنى أنه إذا كانت للنهر الرئيسى روافد فإنها ستتأثر أيضاً بتراجع تلك النقط، أى أنها ستكون ممتدة على النهر الرئيسى وعلى كل روافده التى تنتهى إليه فى مواضع أدنى من موضع نقط التجديد على النهر الرئيسى.

ولاتختلف طريقة رسم القطاعات الطولية للروافد مع القطاع الطولى للنهر الرئيسى عن طريق رسم القطاع الطولى إلا فى ناحية واحدة هى أن يبدأ رسم القطاع الطولى لكل رافد من نقطة إلتقائه بالنهر الرئيسى وإلى ناحية المنبع، وذلك على النحو التالى :

١ - يحدد على القطاع الطولى للنهر الرئيسى نقطة إلتصال الرافد به، وذلك بقياس المسافة بالديفيدر من أقرب نقطة كنتور إليها.

٢ - تقاس المسافة من نقطة إلتصال الرافد بالنهر الرئيسى إلى أول خط كنتور يتقاطع مع الرافد، ثم تقاس المسافات بين خطوط الكنتور على طول المجرى الرافدى وتسجل فى ورقة خارجية.

٣ - توقع المسافات على المحور الأفقى للقطاع بدءاً من نقطة إلتقاء الراقد بالنهر وبإتجاه أعالى القطاع الطولى للنهر الرئيسى. ويقام عند كل نقطة مسافة عمود يتناسب طوله مع المنسوب الخاص به حسب مقياس رسم المحور الرأسى. وتوصل أطراف تلك الأعمدة بخط منكسر. وبذلك ينتج القطاع الطولى للراقد متصل بالقطاع الطولى للنهر الرئيسى.

٤ - يكرر العمل بالنسبة لبقية الروافد بنفس الطريقة، ويلاحظ أن أعالى القطاعات الرافدية فى إتجاه واحد مع إتجاه أعالى قطاع النهر الرئيسى.

٥ - قد تتقاطع القطاعات الطولية للروافد مع بعضها ومع قطاع النهر الرئيسى، ولكن يلاحظ دائماً أن كل قطاع طولى رافدى لابد أن يتصل بالقطاع الطولى للنهر الرئيسى من منسوب أعلى منه.

٦ - إذا كان أحد الروافد يتصل بالنهر الرئيسى بالقرب من منطقة منابعه العليا، فإن القطاع الطولى لهذا الراقد سوف يمتد خارج المحور الأيسر للقطاع، وفى هذه الحالة يفضل زحزحة هذا المحور إلى الخارج. (شكل ٤٩).



شكل (٤٩)

القطاعات المتداخلة (المنطبعة) : Superimposed Profiles

تدعو الحاجة أحياناً إلى رسم مجموعة من القطاعات في شكل بياني واحد لإبراز ظاهرة معينة أو أكثر في جزء من سطح الأرض. ولرسم هذه القطاعات، يرسم على الخريطة مجموعة من الخطوط المتوازية على أبعاد متساوية، ويرسم على امتداد هذه الخطوط قطاعات تضاريسية على محور أفقي واحد ومحور رأسي تتمثل عليه أقل المناسيب وأعلىها. وبطبيعة الحال سوف تتقاطع هذه القطاعات مع بعضها البعض أي أن الأجزاء المرتفعة من القطاع الأول لا تخفى الأجزاء المنخفضة للقطاعات التي تليه كما لو كانت الأرض شفافة. (شكل ٥٠).

ويبين هذا النوع من القطاعات العلاقة بين مستوى سطح الأرض ومستوى القاعدة، وبين قيعان الأودية وقمم التلال التي توجد على جانبيها في الأجزاء الدنيا أو الوسطى لهذه الأودية. وبين أيضاً مستوى القمم التي يمكن أن تكون بقايا أسطح تعرية قديمة أصابها التقطع وأظهرتها عوامل التعرية بهذا المظهر بمد هبوط مستوى القاعدة. ويفضل في هذه الحالة وضع التكوينات الجيولوجية على هذه القطاعات للتحقق من أصل نشأة هذه القمم.

وقد تدعو الحاجة إلى رسم مجموعة من القطاعات المنطبعة لمناطق مختارة من خرائط مختلفة للمقارنة بينهما، وإبراز صفات معينة في كل من الأسطح التي يمثلها القطاع، والوقوف على مدى التشابه والاختلاف وبطبيعة الحال يفضل أن تكون هذه الخرائط موحدة المقياس.

القطاعات البانورامية : Projected Profiles

لما كانت القطاعات المتداخلة تعطى مجموعة معقدة من القطاعات، فإنها ذات فائدة محدودة تنحصر في توضيح مستويات القمم ومستويات المناطق المنخفضة، فقد استخدمت طريقة أخرى لا تظهر إلا الأجزاء المرتفعة من كل قطاع، وتعرف هذه الطريقة باسم القطاعات البانورامية.

ترسم هذه القطاعات بنفس طريقة القطاعات المتداخلة السابقة، ولكن تمحى الأجزاء التى يقل منسوبها عن منسوب القطاع الأول. ويعنى هذا أن القطاع الأول فى مقدمة الشكل سيكون كاملاً، أما القطاع الذى يليه فلن ترسم منه إلا الأجزاء التى تزيد فى إرتفاعها عنه، كذلك يظهر من القطاع الثالث الأجزاء التى ترتفع عن منسوب القطاعين الأول والثانى، وهكذا. (شكل ٥١)

القطاع المركب Composite Profile :

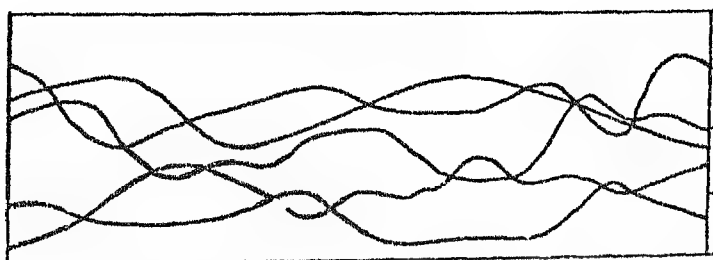
يبين القطاع المركب خط إلتقاء قمم التضاريس مع السماء كما لو كان ينظر إلى سطح الأرض من نقطة لا نهائية فى مستوى أفقى، لذا فإنه يمكن أن يطلق عليه اسم قطاع خط الأفق. وهناك طريقتان لإنشاء هذا القطاع :

الطريقة الأولى : رسم قطاعات بانورامية بالقلم الرصاص أولاً ثم تحجير الخط الذى يضم قمم تلك القطاعات فينتج القطاع المركب المطلوب. (شكل ٥٢).

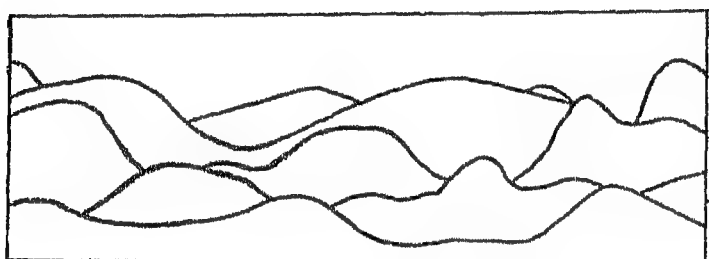
الطريقة الثانية : ويتم إنشاء القطاع بها بالخطوات التالية :

١ - ترسم خطوط متوازية وعلى مسافات متساوية بالقلم الرصاص الخفيف على إمتداد الخريطة الكنتورية، بشرط أن تكون عمودية قدر الإمكان على محور الأرض المرتفعة التى تمثل العمود الفقرى لتضاريس المنطقة.

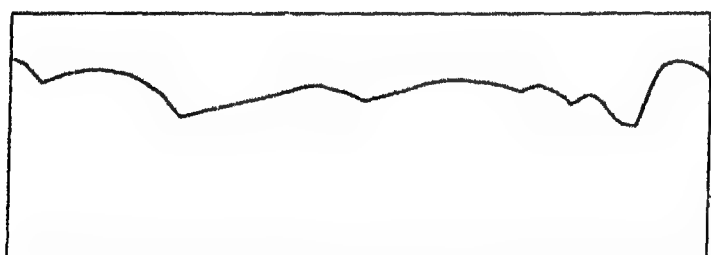
٢ - يحدد على كل خط من هذه الخطوط نقطة تقاطعه مع أعلى خط كنتور يمر به أو أعلى نقطة منسوب يمر بها، وسوف يحجب هذا المنسوب المرتفع كل الأرض الواقعة خلفه على إمتداد ذلك الخط. وإذا كان هذا المنسوب المرتفع يتكرر أكثر من مرة على إمتداد الخط فيكتفى بتحديد القيمة، لأن العبرة عند إنشاء هذا القطاع هو قيمة المنسوب وليس موقعه.



قطاع متداخل
شکل (۵۰)

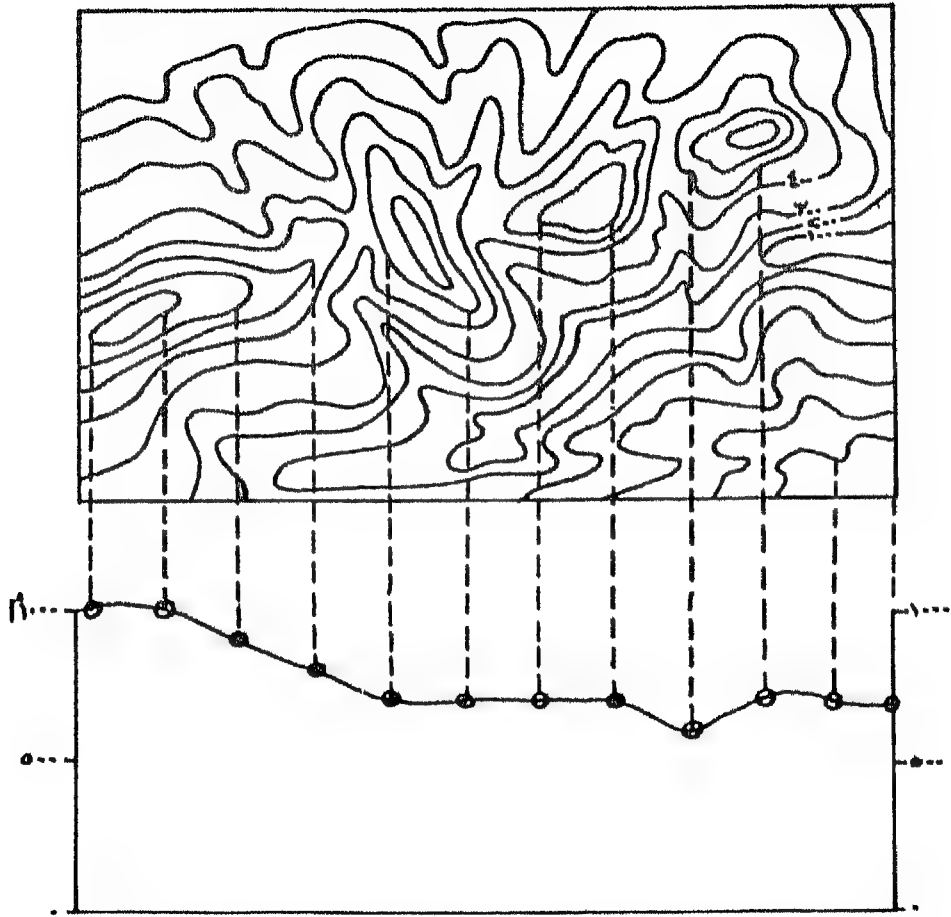


قطاع بانورامی
شکل (۵۱)



قطاع مرکب
شکل (۵۲)

٣ - يرسم المحور الأفقى للقطاع ويحدد عليه نقط مواقع الخطوط المتوازية، وتقام منها أعمدة يتناسب طولها مع أقصى إرتفاع تمر به حسب مقياس المحور الرأسى، ثم توصل أطراف الأعمدة فينتج القطاع المركب. (شكل ٥٣).



شكل (٥٣)

الفصل الرابع

القطاعات البيانية المساحية

من الخريطة الكنتورية

- المنحنى الهيسومتري.
- المنحنى الكليولوجرافى.
- الهستوجرام الأليمتري.

الفصل الرابع

القطاعات البيانية المساحية

من الخريطة الكنتورية

تهدف هذه القطاعات إلى إبراز عنصرى الإستواء والانحدار لسطح الأرض، ويعتمد فى رسمها على معرفة المساحة المحصورة بين كل كنتور وآخر أو المساحة المحصورة بكل خط كنتور على يحدده. ويستخدم فى قياس المساحة جهاز البلاييمتر.

أولاً : المنحنى الهيسومتري Hypsometric Curve :

يعرف أحياناً بالمنحنى التكرارى المتجمع للمساحات أو نسبها المئوية. وهو عبارة عن خط بياني يبين المساحة المحصورة بين خطى كنتور أو نسبة ما تشغله كل مساحة إلى المساحة الكلية للمنطقة الممثلة على الخريطة والمراد إنشاء منحنى هيسومتري لها. ولشرح طريقة إنشاء هذا المنحنى، نفرض أن هناك خريطة كنتورية لجزيرة تتوسطها منطقة مرتفعة يبلغ منسوبها ١٠٠٠م بفترة كنتورية ١٠٠م ، ولرسم هذا المنحنى يجرى الآتى :

١ - تقاس المساحة الإجمالية التى يحدها خط كنتور صفر، ثم تقاس مساحة النطاقات المحصورة بين كل خط كنتور والذى يليه حتى خط كنتور ١٠٠٠. وتحول هذه المساحات بواسطة مقياس الرسم إلى مايقابلها من مساحة على الطبيعة بالكيلومتر المربع.

٢ - تحسب النسبة المئوية لمساحة كل نطاق إلى المساحة الإجمالية للجزيرة التى يحدها خط كنتور صفر، فإذا كانت المساحة المحصورة بخط كنتور صفر، ٢٥٠٠ كم^٢ فإن :

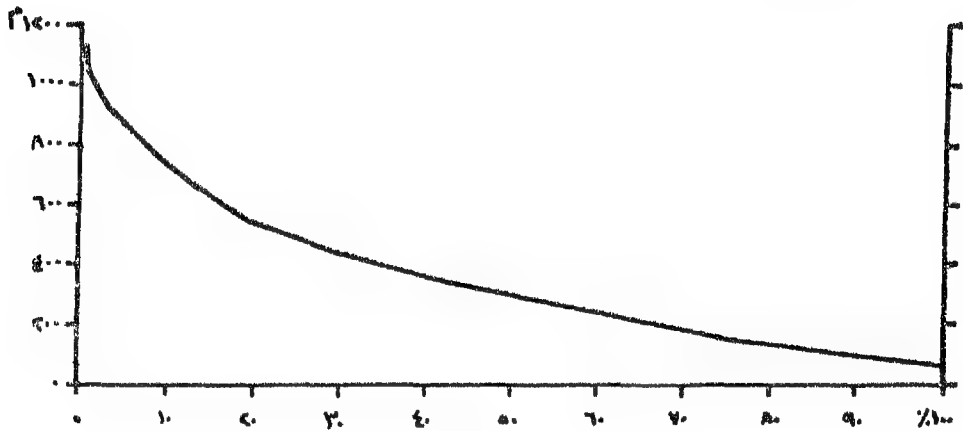
مساحة النطاق الأول (صفر - ١٠٠ م)	$٢ \text{ كم} ٦٢٥ = \frac{١٠٠ \times ٦٢٥}{٢٥٠٠} = ٢٥\%$
مساحة النطاق الثاني (١٠٠ - ٢٠٠ م)	$٢ \text{ كم} ٤٧٥ = ١٩\%$
مساحة النطاق الثالث (٢٠٠ - ٣٠٠ م)	$٢ \text{ كم} ٣٧٥ = ١٥\%$
مساحة النطاق الرابع (٣٠٠ - ٤٠٠ م)	$٢ \text{ كم} ٣٠٠ = ١٢\%$
مساحة النطاق الخامس (٤٠٠ - ٥٠٠ م)	$٢ \text{ كم} ٢٢٥ = ٩\%$
مساحة النطاق السادس (٥٠٠ - ٦٠٠ م)	$٢ \text{ كم} ١٥٠ = ٦\%$
مساحة النطاق السابع (٦٠٠ - ٧٠٠ م)	$٢ \text{ كم} ١١٢,٥ = ٤,٥\%$
مساحة النطاق الثامن (٧٠٠ - ٨٠٠ م)	$٢ \text{ كم} ٨٧,٥ = ٣,٥\%$
مساحة النطاق التاسع (٨٠٠ - ٩٠٠ م)	$٢ \text{ كم} ٧٥ = ٣\%$
مساحة النطاق العاشر (٩٠٠ - ١٠٠٠ م)	$٢ \text{ كم} ٥٠ = ٢\%$
مساحة النطاق الحادى عشر (أعلى من ١٠٠٠ م)	$٢ \text{ كم} ٢٥ = ١\%$

$$١٠٠\% = ٢٥٠٠ \text{ كم} ٢$$

٣ - يرسم محوران أحدهما أفقى يمثل ٢٥٠٠ كم بمقياس رسم مناسب وليكن طوله ٢٥ سم أى كل ١ سم يمثل ١٠٠ كم يبين المساحات الفعلية ويتم تدريجه من جانب واحد، أى يبين المساحات التى تتدرج من صفر إلى ٢٥٠٠ كم ويقسم الجانب الآخر من خط المحور الأفقى تقسيماً مشوياً أى إلى ١٠ أقسام مثلاً كل قسم يمثل ١٠% أى ٢,٥ سم لكل ١٠%، والآخر رأسى تدرج عليه الارتفاعات من صفر إلى أكثر من ١٠٠٠ م.

٤ - بعد رسم المحورين وتقسيمهما تعين إما المساحة الفعلية أو النسبة المئوية لكل نطاق على المحور الأفقى على أساس تجميعى، بمعنى جمع كل مساحة أو نسبة على المساحة أو النسبة السابقة أو المساحات أو النسب السابقة لها وتوقيع المجموع الكلى على المحور الأفقى. تقام من هذه النقط أعمدة حسب الارتفاع الخاص بها، ثم توصل أطراف هذه الأعمدة بخط منكسر فينتج المنحنى المطلوب. (شكل ٥٤).

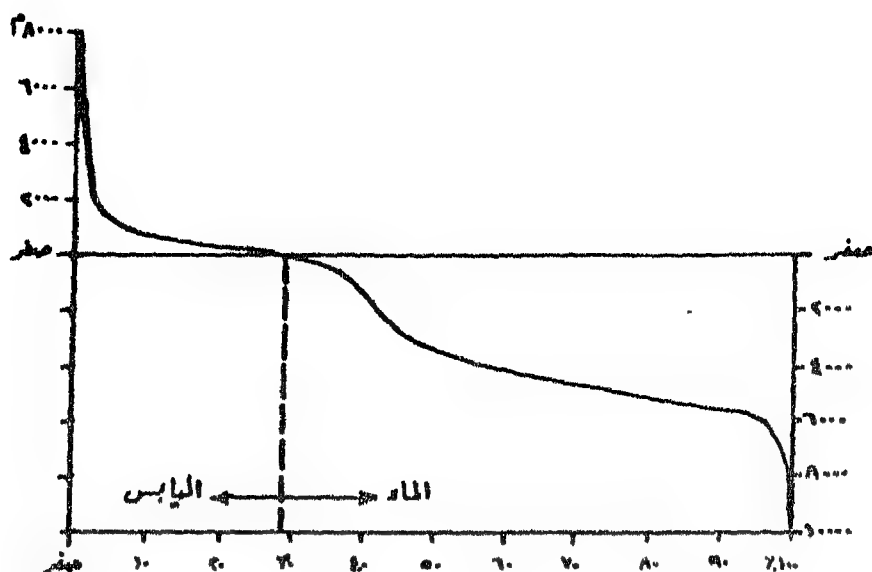
٥ - إذا تم رسم القطاع على أساس المساحات الفعلية التجميعية سُمى بالمنحنى الهيسوجرافى، وإذا رسم على أساس النسب المئوية التجميعية سُمى بالمنحنى الهيسومتري.



شكل (٥٤)

ومن أشهر المنحنيات الهيسومترية فى الدراسات الجغرافية المنحنى الهيسومتري لسطح كوكب الأرض، الذى يبين مقدار الارتفاع الذى عليه القارات فوق مستوى سطح البحر، ومقدار الانخفاض فى قيعان البحار والمحيطات فى الوقت الحاضر. (شكل ٥٥). وقد قام هذا المنحنى على الجدول التالى الذى يبين فئات مناسبة سطح القشرة الأرضية والمساحات المقابلة لكل فئة ونسبتها المئوية.

النسبة المئوية التجميعية	النسبة المئوية	المساحة / مليون كم ²	قمة المنسوب / م
	أولاً : اليابس		
		٠,٥	أعلى من ٥٠٠٠
	٠,٦	٢,٥	٤٠٠٠ - ٥٠٠٠
	١,٢	٣	٣٠٠٠ - ٤٠٠٠
	٣,٢	١٠	٢٠٠٠ - ٣٠٠٠
	٧,٩	٢٤	١٠٠٠ - ٢٠٠٠
	١٣,٢	٢٧	٥٠٠ - ١٠٠٠
	١٩,٧	٣٣	٢٠٠ - ٥٠٠
	٢٩,١	٤٨	٢٠٠ - صفر
	٢٩,١	١٤٨	جملة اليابس
	ثانياً : الماء		
	٣٤,٧	٢٨,٥	صفر - ٢٠٠
	٣٧,٧	١٥,٥	١٠٠٠ - ٢٠٠
	٤٠,٦	١٥,٠	٢٠٠٠ - ١٠٠٠
	٤٥,٤	٢٤,٥	٣٠٠٠ - ٢٠٠٠
	٥٩,٣	٧١,٠	٤٠٠٠ - ٣٠٠٠
	٨٢,٦	١١٩,٠	٥٠٠٠ - ٤٠٠٠
	٩٩,١	٨٤,٠	٦٠٠٠ - ٥٠٠٠
	١٠٠,٠	٤,٥	أعمق من ٦٠٠٠
	٧٠,٩	٣٦٢	جملة الماء



المنحنى الهيسومتري لسطح الأرض

شكل (٥٥)

ويتضح من المنحنى الهيسومتري لسطح الأرض أنه يمكن تقسيم اليابس إلى ثلاثة مستويات : مستوى السهول الذى يقع بين سطح البحر ومنسوب ١٠٠٠ م ، ومستوى الهضاب بين ١٠٠٠ م ، ٣٠٠٠ م ، ومستوى الجبال أعلى من ٣٠٠٠ م . كما يمكن التعرف على المستويات البحرية الآتية : مستوى الأرضفة القارية ويضم كل أجزاء القارات المغمورة بالمياه وينحصر بين سطح البحر ومنسوب ٢٠٠ م تحت مستواه، والمنحدر القارى وينحصر بين منسوب ٢٠٠ م ، ٢٤٤٠ م تحت مستوى سطح البحر، ويفصل هذا المنحدر مستوى الأرضفة القارية عن مستوى قاع المحيط العميق الذى يبلغ متوسط عمقه ٦٢٧٠ م تحت سطح البحر. أما المستوى الأخير فهو مستوى الأغوار السحيقة. والذى يصل عمقه إلى أكثر من ٧٠٠٠ م تحت مستوى سطح البحر.

وقد ساعد هذا المنحنى فى الدراسات الخاصة بكثافة القشرة الأرضية وجاذبيتها ومغناطيسيتها، وكان وراء نشأة إقتراح تسمية شروط الإتزان التى بموجبها تتخذ الأرض تحت تأثير تلك الأثقال المختلفة على سطحها وتأثير قوى الجذب والطرد المركزى هذا الشكل التى هى عليه اسم التوازن الأرضى . Isostasy

ثانياً : المنحنى الكيلنوجرافى Clinographic Curve :

هو خط بيانى يمثل متوسط درجة إنحدار سطح الأرض لكل من النطاقات المحصورة بين خطوط الكنتور، بالإضافة إلى عنصر المنسوب. ويرسم هذا المنحنى بدون مبالغة رأسية، ذلك لأن توقيع درجة الإنحدار المحسوبة يتم بالمنقلة. ولكن فى حالة تميز سطح الأرض بالإستواء نلجأ إلى المبالغة فى مقدار الزوايا بنسبة ثابتة.

طريقة حساب درجة الإنحدار بين خطوط الكنتور :

لشرح طريقة حساب درجة الإنحدار سوف نتناول مثال الجزيرة السابق للتوضيح ورسم المنحنى الكيلنوجرافى، ولتنفيذ ذلك يجرى الآتى :

١ - تقاس المساحات المحصورة بخطوط الكنتور، أى المساحة التى يحدها خط كنتور صفر وهى أكبر مساحة، ثم المساحة المحصورة بخط كنتور ١٠٠ ثم كنتور ٢٠٠، ... إلخ.

٢ - تعامل هذه المساحات وكأنها مساحات دوائر منتظمة ومنها يستنتج نصف القطر.

$$\begin{aligned} \text{مساحة الدائرة} = \pi \text{ نق}^2 & \quad \therefore \text{نصف القطر (نق)} = \sqrt{\frac{\text{المساحة}}{\pi}} \\ \text{مساحة دائرة خط كنتور صفر} = 2500 \text{ كم}^2, \text{ نصف القطر} &= \sqrt{\frac{7 \times 2500}{\pi}} = 28,20 \text{ كم} \\ \text{مساحة دائرة خط كنتور 100} = 1875 \text{ كم}^2, \text{ نصف القطر} &= 24,40 \text{ كم} \end{aligned}$$

مساحة دائرة خط كنتور ٢٠٠ = ١٤٠٠ كم ^٢ ، نصف القطر =	= ٢١,١٠ كم
مساحة دائرة خط كنتور ٣٠٠ = ١٠٢٥ كم ^٢ ، نصف القطر =	= ١٨,٠٦ كم
مساحة دائرة خط كنتور ٤٠٠ = ٧٢٥ كم ^٢ ، نصف القطر =	= ١٥,١٩ كم
مساحة دائرة خط كنتور ٥٠٠ = ٥٠٠ كم ^٢ ، نصف القطر =	= ١٢,٦٠ كم
مساحة دائرة خط كنتور ٦٠٠ = ٣٥٠ كم ^٢ ، نصف القطر =	= ١٠,٥٥ كم
مساحة دائرة خط كنتور ٧٠٠ = ٢٣٧,٥ كم ^٢ ، نصف القطر =	= ٨,٦٩ كم
مساحة دائرة خط كنتور ٨٠٠ = ١٥٠ كم ^٢ ، نصف القطر =	= ٦,٩١ كم
مساحة دائرة خط كنتور ٩٠٠ = ٧٥ كم ^٢ ، نصف القطر =	= ٤,٨٩ كم
مساحة دائرة خط كنتور ١٠٠٠ = ٢٥ كم ^٢ ، نصف القطر =	= ٢,٨٠ كم

٣ - تعتبر أنصاف أقطار الدوائر الممثلة للمساحات المحصورة بخطوط الكنتور هي الخطوة الأساسية في حساب درجة الإنحدار بين كل خط كنتور وآخر. فالفرق بين نصفى قطر دائرتى خطى كنتور متتاليين يمثل متوسط المسافة الأفقية بين هذين الخطين، وبمعلومية مقدار الفارق الرأسى يمكن حساب درجة الإنحدار من القانون :

$$\text{ظا درجة الإنحدار} = \frac{\text{الفارق الرأسى}}{\text{المسافة الأفقية}}$$

أى قسمة الفارق الرأسى على الفرق بين طول نصف قطر دائرتى خطى الكنتور المتتاليين، وبالكشف عن الزاوية المقابلة لهذا الظل فى جدول الظلال ينتج درجة الإنحدار.

$$\begin{aligned}
 ١ \quad ٣٠ &= ٠,٠٢٦٣ = \frac{١٠٠}{٣٨٠٠} = \text{ظا الانحدار بين صفر، ١٠٠ م} \\
 ١ \quad ٤٤ &= ٠,٠٣٠٣ = \frac{١٠٠}{٣٣٠٠} = \text{ظا الانحدار بين ١٠٠، ٢٠٠ م} \\
 ١ \quad ٥٤ &= ٠,٠٣٢٩ = \frac{١٠٠}{٣٠٤٠} = \text{ظا الانحدار بين ٢٠٠، ٣٠٠ م} \\
 ٢ \quad ٦٠ &= ٠,٠٣٤٨ = \frac{١٠٠}{٢٨٧٠} = \text{ظا الانحدار بين ٣٠٠، ٤٠٠ م} \\
 ٢ \quad ٦٢ &= ٠,٠٣٨٦ = \frac{١٠٠}{٢٥٩٠} = \text{ظا الانحدار بين ٤٠٠، ٥٠٠ م} \\
 ٢ \quad ٤٨ &= ٠,٠٤٨٨ = \frac{١٠٠}{٢٠٥٠} = \text{ظا الانحدار بين ٥٠٠، ٦٠٠ م} \\
 ٣ \quad ٦٠ &= ٠,٠٥٣٨ = \frac{١٠٠}{١٨٦٠} = \text{ظا الانحدار بين ٦٠٠، ٧٠٠ م} \\
 ٣ \quad ٦٣ &= ٠,٠٥٦٢ = \frac{١٠٠}{١٧٨٠} = \text{ظا الانحدار بين ٧٠٠، ٨٠٠ م} \\
 ٢ \quad ٥٠ &= ٠,٠٤٩٥ = \frac{١٠٠}{٢٠٢٠} = \text{ظا الانحدار بين ٨٠٠، ٩٠٠ م} \\
 ٢ \quad ٤٦ &= ٠,٠٤٨٣ = \frac{١٠٠}{٢٠٧٠} = \text{ظا الانحدار بين ٩٠٠، ١٠٠٠ م}
 \end{aligned}$$

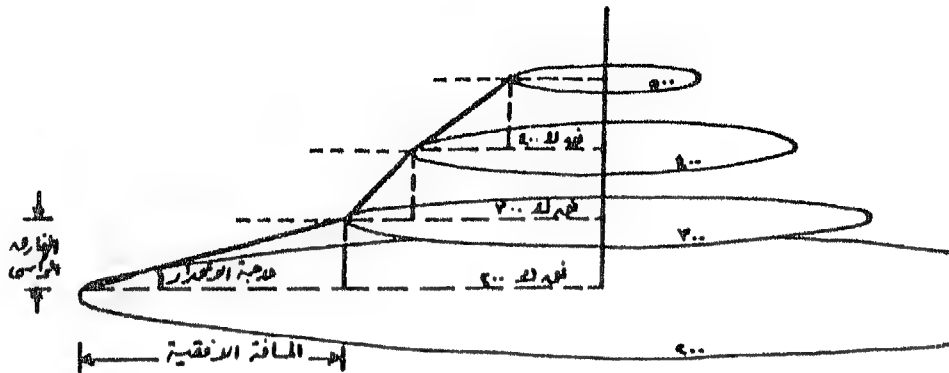
أما بالنسبة لدرجة الانحدار بين القمة وخط كنتور ١٠٠٠ م فيلزم معرفة،
 منسوب القمة أو متوسط منسوب نقط المناسيب فوق خط كنتور ١٠٠٠ م ، أو
 إعتبار منسوب القمة هو منسوب خط الكنتور الذى يحددها (١٠٠٠ م) + نصف
 الفترة الكنورية (١٠٠ م).

$$١ \quad ٦٠ = ٠,٠١٧٧ = \frac{٥٠}{٢٨٢٠} = ١٠٥٠، ١٠٠٠ \text{ م}$$

ويوضح (شكل ٥٦) هذه الفكرة.

يلاحظ من الشكل أن إختلاف مساحات الدوائر المتتابة رأسياً يؤدى إلى
 إختلاف أنصاف أقطارها، وبالتالي يمكن حساب درجة الانحدار بين محيط كل

دائرة والتي تليها إذا مد خط بينهما. ويلاحظ أيضاً أنه إذا تساوى نصفى قطر دائرتين متتاليتين يكون الإنحدار بينهما عمودياً أى 90° .



شكل (٥٦)

طريقة أخرى لحساب المسافة الأفقية المحصورة بين كل خطين كنتوريين متتاليين:

١ - اقترح شتريلر A. N. Strahler طريقة أخرى لحساب المسافة الأفقية المستخدمة فى حساب درجة الإنحدار وذلك بقياس المساحة المحصورة بين كل خطين كنتوريين متتاليين على الخريطة بالبلاييمتر وتحويلها إلى مايقابلها على الطبيعة.

٢ - يقاس طول كل من خطى الكنتور المحددين للمساحة المحصورة بينهما ثم حساب متوسط طولهما، وذلك باستخدام عجلة القياس وتتبع تعرجات الكنتور، ويتم تحويل الطول على الخريطة إلى ما يقابله على الطبيعة.

٣ - يحسب متوسط عرض هذا النطاق الكنتورى بقسمة المساحة على متوسط الطول. ومتوسط عرض النطاق هو المسافة الأفقية.

٤ - ظل درجة الإنحدار هو خارج قسمة الفارق الرأسى على متوسط عرض النطاق، ثم يستخرج مقدار زاوية الإنحدار من جداول الظلال.

٥ - بالنسبة للمساحة المحصورة داخل أعلى خط كنتور فيحسب نصف طول خط الكنتور المحدد لها كبديل لمتوسط العلول.

٦ - تعتبر هذه الطريقة أكثر دقة من الطريقة السابقة التى يحسب فيها نصف القطر لأنها تراعى درجة تقطع السطح.

طريقة رسم المنحنى الكليولوجرافى :

١ - يرسم المحور الرأسى ويقسم إلى مسافات متساوية تمثل مستويات خطوط الكنتور ويمد من نقطة التقسيم خطوطاً أفقية متوازية، بحيث يمثل الخط السفلى مستوى كنتور صفر.

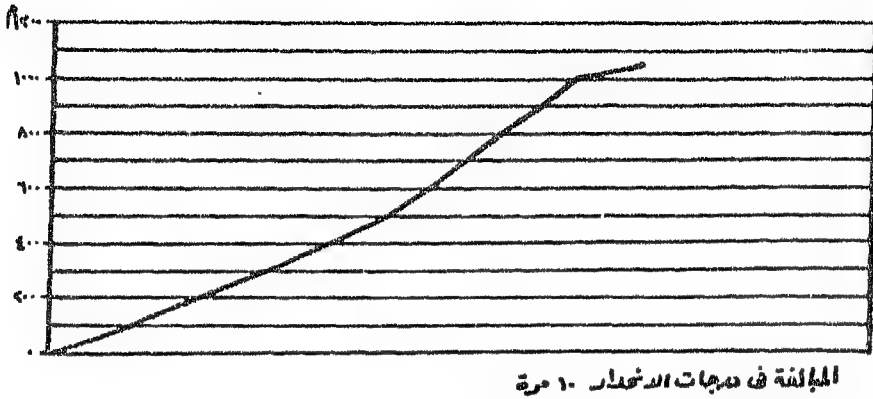
٢ - يرسم المنحنى الكليولوجرافى من أعلى منسوب أو من أقل منسوب. فإذا بدأ من أقل منسوب (صفر)، يوضع مركز المنقلة عند إلتقاء المحور الرأسى مع الخط الممثل لمستوى كنتور صفر، وصفر المنقلة على هذا الخط، ويتم توقيع زاوية الإنحدار بين خطى كنتور صفر، ١٠٠ وهذا الإنحدار سيكون إلى أعلى بطبيعة الحال، أى توقع الزاوية ٣٠ °، ويمد ضلعها على إستقامته حتى يلتقى مع الخط الأفقى الممثل لمستوى كنتور ١٠٠م فى نقطة.

٣ - توضع المنقلة على النقطة الموقعة على الخط الممثل لمستوى كنتور ١٠٠ ونفس الطريقة السابقة توقع زاوية الإنحدار بين كنتور ١٠٠ وكنتور ٢٠٠ (٤٤' ١°)، ويمد الخط على إستقامته حتى يلتقى مع الخط الأفقى الممثل لكنتور ٢٠٠ وهكذا حتى نهاية المنحنى.

٤ - تحدد نهاية المنحنى موقع المحور الرأسى الآخر. (شكل ٥٧).

٥ - عند رسم منحنيات كليولوجرافية لخريطة ذات فارق رأسى صغير وذات

أنصاف أقطار كبيرة، فإن درجات الإنحدار تصير صغيرة، وينتج عن ذلك إمتداد المحور الأفقى بطول ملحوظ، ولذا يحسن المبالغة فى إنحدارات المنحنى بمعدل ثابت وليكن إلى الضعف أو ثلاثة أمثال، وينبغى ذكر هذه المبالغة أسفل المنحنى.



شكل (٥٧)

طريقة أخرى لرسم المنحنى الكلينوجرافى:

يمكن رسم المنحنى الكلينوجرافى عن طريقة أنصاف أقطار الدوائر الممثلة للمساحات المحصورة بخطوط الكنتور، وذلك بتوقيع أطوالها على الخطوط الأفقية الممثلة لمستويات خطوط الكنتور. ولكن فى هذه الطريقة يجب المحافظة على مقياس رسم موحد بالنسبة للمحورين الأفقى والرأسى. وإذا اضطر إلى المبالغة فى مقياس رسم المحور الرأسى فسوف ينعكس ذلك على درجات الإنحدار الفعلية وسوف تزيد عن قيمتها الحقيقية. وعندئذ ينبغى تسجيل نسبة المبالغة أسفل المنحنى. ويتم رسم المنحنى بهذه الطريقة بالخطوات الآتية:

- ١ - يحدد طول المحور الأفقى بواسطة نصف قطر الدائرة الممثلة لخط كنتور صفر، ويختار له مقياس رسم مناسب أو يستخدم مقياس رسم الخريطة الكنتورية. طول نصف قطر الدائرة صفر = ٢٨,٢ كم فيمكن إختيار مقياس

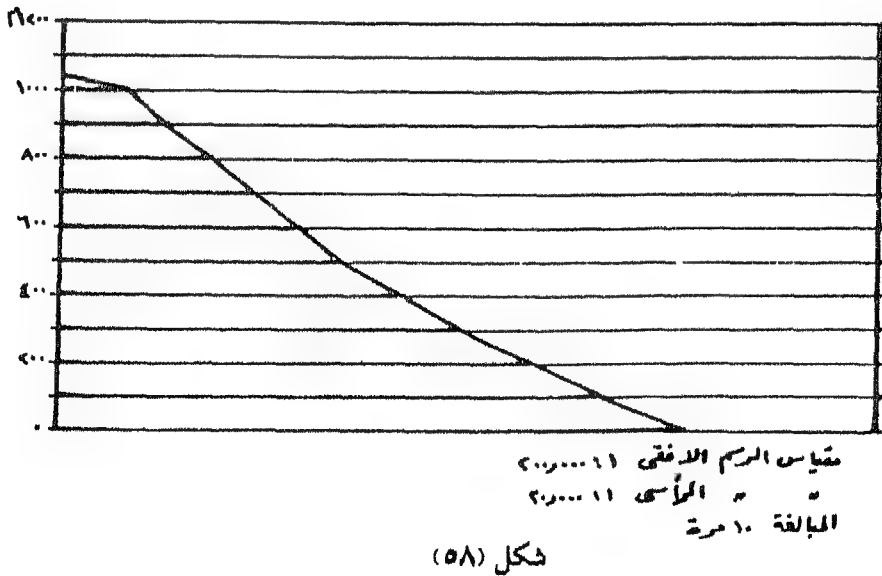
رسم ١: ١٠٠,٠٠٠ أى كل ١ سم يقابل ١ كم فيكون طول نصف القطر ٢٨,٢ سم وهو طول خط قاعدة القطاع.

٢ - من قراءة المناسب يلاحظ أن أعلى منسوب هو ١٠٥٠ م ، وتبعاً لمقياس الرسم المستخدم على المحور الأفقى يساوى ١ سم تقريباً، وهنا يجب المبالغة وليكن المقياس المستخدم هو كل ١ سم يقابل ٢٠٠ م فيكون طول المحور الرأسى ٥,٥ سم.

٣ - يقسم المحور الرأسى (٥,٥ سم) إلى أقسام متساوية حسب الفترة الكنتورية بدءاً من خط قاعدة القطاع، ومن نقط التقسيم ترسم خطوط موازية للمحور الأفقى تمثل مستويات خطوط الكنتور.

٤ - يوقع طول نصف قطر الدائرة التى تمثل خط كنتور ١٠٠ بمقياس الرسم المختار = ٢٤,٤ سم على الخط الأفقى الممثل لمستوى كنتور ١٠٠ وهكذا بالنسبة لباقي خطوط الكنتور.

٥ - توصل نهايات أنصاف الأقطار الموقعة على الخطوط الأفقية فينتج المنحنى الكليولوجرافى المطلوب. (شكل ٥٨).



ثالثاً : الهستوجرام الأليمتري Altimetric Histogram :

يعتمد الهستوجرام الأليمتري في إنشائه على فكرة الأعمدة البيانية النسبية للتوزيعات التكرارية. وتستخدم هذه الطريقة في تمثيل نسبة تكرار المناسيب في الخريطة، وتسجل نسبة التكرار على المحور الرأسى للمنحنى، بينما تسجل المناسيب المختلفة على المحور الأفقى. ويتم الحصول على نسبة التكرار إما من لوحة نقط المناسيب أو من الخريطة الكنتورية، وذلك عن طريق تقسيم اللوحة أو الخريطة إلى شبكة من المربعات يختار طول ضلعها حسب الدقة والدراسة المطلوبة، ويؤخذ منسوب أعلى نقطة داخل المربع أو قيمة أعلى خط كنتور يمر داخل المربع. وفي النهاية يتم الحصول على مجموعة من القيم تمثل مناسيب المربعات المرسومة على الخريطة أو اللوحة. تلخص هذه البيانات في شكل توزيع تكرارى نسبى. ولإجراء هذا التوزيع تتبع الخطوات الآتية :

١ - نحدد أصغر قيمة وأكبر قيمة في مجموعة البيانات (المناسيب).

٢ - يحسب الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة، ويسمى هذا الفرق بالمدى.

∴ المدى = أكبر قيمة - أصغر قيمة

٣ - يحسب عدد الفئات بالقاعدة المعروفة بقاعدة ستيرجى.

عدد فئات التوزيع التكرارى = $1 + 3,3 \times \text{لون}$

حيث لون = لوغاريتم عدد القيم

٤ - يحسب طول الفئة بقسمة المدى على عدد الفئات :

∴ طول الفئة = $\frac{\text{المدى}}{\text{عدد الفئات}}$

مثال : إذا كانت مناسيب مجموعة من المربعات كالآتى :

٢٠ ، ٤٢ ، ٣٣ ، ٧٠ ، ٦٢ ، ٢١ ، ٣٥ ، ٥٥ ، ٥٦ ، ١٠ ، ٧٠ ،

٥٧ ، ٤٤ ، ٣٨ ، ٢٤ ، ٣١ ، ٣٠ ، ٤٠ ، ٤١ ، ٥٩ ، ٦٠ ، ٦٠ ، ١٠ ،

٤٦ ، ٧٠ . ويراد تلخيصها في شكل توزيع تكرارى.

الحل :

$$\text{المدى} = 10 - 40 = 60$$

$$\text{عدد الفئات} = 1 + 3,3 \times \text{لون} = 1 + 3,3 \times 25 = 83,5$$

$$6 = 1,3979$$

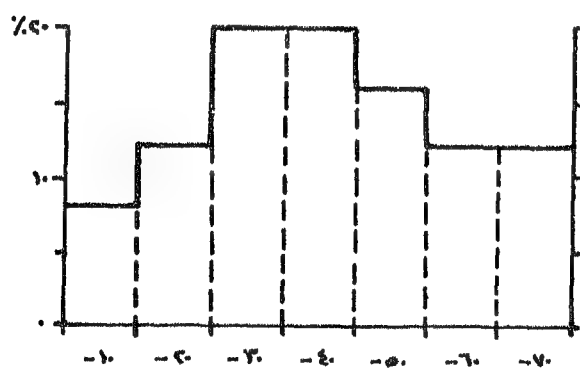
$$\text{طول الفئة} = 6 \div 60 = 10$$

٥ - يحدد عدد مرات ظهور (تكرار) مفردات القيم داخل كل فئة بطريقة الإشارات، بمعنى عدد مرات ظهور المفردات في المسافات المحصورة بين الحد الأدنى والحد الأعلى للفئة. والمقصود بطريقة الإشارات هو الرمز للمفردة الواحدة التي تظهر داخل الفئة بشرطة مائلة، وإذا بلغ عدد مرات الظهور خمس مرات ترسم الشرطة الخامسة بشكل مائل يقطع الأربع علامات السابقة لتكون حزمة وهكذا كل ما يصل عدد مرات الظهور خمسة تكون حزمة جديدة وذلك حتى يسهل العد خوفاً من السهو.

٦ - بعد تعيين تكرار كل فئة تحسب النسبة المئوية لها، أى حساب النسبة المئوية لعدد النقاط داخل كل فئة إلى العدد الإجمالي.

٧ - يرسم محور رأسى مقسم إلى النسب المئوية بمقياس رسم مناسب لأكبر نسبة تكرار، أما فئات المناسيب فتسجل على محور أفقى. ترسم أعمدة بيانية بناء على نسبة التكرار لكل فئة منسوب على أن تكون متلاصقة، ثم تزال الأجزاء السفلى منها ويبقى خط واحد يصل بين أطرافها العليا وهو الهستوجرام الأليمتري المطلوب. (شكل ٥٩).

الفئة	مجموع التكرار (و)	نسبة التكرار (ل)
٢٠ - ١٠	٢	٨
٣٠ - ٢٠	٣	١٢
٤٠ - ٣٠	٥	٢٠
٥٠ - ٤٠	٥	٢٠
٦٠ - ٥٠	٤	١٦
٧٠ - ٦٠	٣	١٢
٨٠ - ٧٠	٣	١٢
	٢٥	% ١٠٠



شكل (٥٩)

الفصل الخامس

خرائط التحليل الخرائطي (الكارتوجرافى) للخريطة الكنتورية

- خريطة التضاريس النسبية.
- خريطة معدل إرتفاع التضاريس.
- خريطة معدل الإنحدار.
- خريطة الكنتور المبسط.
- المجسمات.
- التجسيم الأستريوسكوبى للخريطة الكنتورية.

الفصل الخامس

خرائط التحليل الخرائطي الكارتوجرافى للخريطة الكنتورية

تستخدم الخريطة الكنتورية فى التعرف على السمات العامة لسطح الأرض من طريق القطاعات المختلفة التى سبق عرضها. ولكن تلك القطاعات لاتعبر عن العلاقة بين عنصرى سطح الأرض الإستواء والإنحدار بصورة كافية إذا كانت الفترة الكنتورية كبيرة بحيث تخفى الكثير من خصائص السطح على طول النطاق المحصور بين خطى الكنتور. كما أن المنحنيات البيانية الهيستومترية والكلينوجرافية والألتيومترية لاتبين التوزيع فى المنطقة الممثلة على الخريطة وتباين هذا التوزيع من جهة إلى أخرى، وإن كانت تلخص المنسوب أو درجة الإنحدار وطبيعته فى المنطقة ككل. لذا فإن هناك طرق تحليل خرائطية أخرى للخريطة الكنتورية تمالج أوجه النقص المختلفة. ومن هذه الطرق :

- ١ - خريطة التضاريس النسبية
Relative Relief
- أو التضاريس المحلية
Local Relief
- ٢ - خريطة معدل إرتفاع التضاريس
Elevation - Relief Ratio
- ٣ - خريطة معدل الإنحدار
Average Slope
- ٤ - خريطة خطوط الكنتور المبسط
Generalized Contours
- ٥ - المجسمات
Block Diagram

٦ - التجسيم الأستريوسكوبى للخريطة الكنتورية Stereo Contour Map

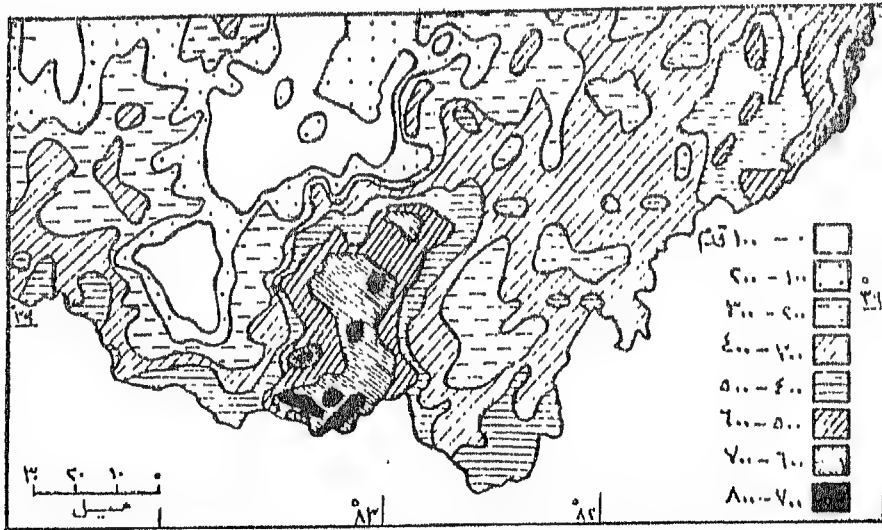
أولاً : خريطة التضاريس النسبية أو المحلية:

عند تناول سطح منطقة ما بالدراسة فإن أول سؤال يتبادر إلى الأذهان هو : هل هذه المنطقة جبلية أم تلية أم سهلية ؟ أى التعرف على طبيعة سطح الأرض . والحقيقة أن الإعتماد على قراءة خطوط الكنتور وحدها فى التعرف على طبيعة السطح مضلل إلى حد ما عند دراسة المناطق محدودة المساحة ، ذلك لأن قيم خطوط الكنتور تنسب إلى متوسط منسوب سطح البحر ، والدارس لا يشعر بهذا المنسوب المطلق عن سطح البحر إرتفاعاً أو إنخفاضاً ، ولكنه يشعر فقط باختلاف المناسيب التى تملأ أو تنخفض عن المناطق المسطحة التى تجاورها . فقمة تل ترتفع عن منسوب سطح البحر بمقدار ٣٠٠م لا يشعر بارتفاعها هذا شخص يقف على الأرض المنبسطة المجاورة والتى يبلغ إرتفاعها عن سطح البحر ٢٠٠ متر ، فمثل هذا الشخص ترتفع قمة التل بالنسبة له بمقدار ١٠٠م فقط . وهذا يعنى أن الإحساس بالتضاريس هو إحساس نسبى بالنسبة إلى الأرضى المنبسطة حول أو بجوار المرتفعات . والقول أن منطقة ما جبلية أو تلية هو فى الحقيقة وصف نسبى لإرتفاع أشكال سطح الأرض عن المناطق المنخفضة .

ومعرفة العلاقة بين المناطق المرتفعة والمناطق المنخفضة فى منطقة ما أى الفرق بين مناسيب القمم ومناسيب المنخفضات فى منطقة معينة تعرف باسم التضاريس النسبية أو التضاريس المحلية . وأول من استخدم هذا التعبير هو سميث عند دراسته لسطح أرض ولاية أوهايو الأمريكية .

استخدم سميث هذه الطريقة فى تحليل سطح ولاية أوهايو وذلك بمساعدة الخريطة الكنتورية للولاية وكانت بمقياس رسم ١ : ٦٠٠,٠٠٠ . وقد قسم هذه

الخريطة إلى مستطيلات طول ضلعها خمس دقائق بالنسبة لدرجات الطول ودرجات العرض، وتمثل تقريباً $4,4 \times 5,75$ ميل على الطبيعة، وإن كانت هذه الأبعاد تختلف بطبيعة الحال في شمال الولاية عن جنوبها بسبب كروية الأرض، ولكن هذا الاختلاف كان بصورة غير محسوسة، ثم قام بحساب الفرق بين أعلى منسوب وأدنى منسوب داخل كل مستطيل أى حساب قيمة التضاريس النسبية وسجلها بجوار نقطة مركز المستطيل، ثم وصل بين النقاط المتساوية في الفروق بخطوط تساوى بنفس الطريقة التي شرحت في كيفية رسم خطوط الكنتور وذلك بفارق رأسي قدره ١٠٠ قدم. وقد استخدم سميث التظليل المتدرج لإبراز المناطق ذات التضاريس النسبية المتشابهة بتغطية الخريطة بـ ٨ درجات من الظل (شكل ٦٠).



جزء من خريطة التضاريس النسبية لولاية أوصايو

شكل (٦٠)

وقد أجرى سميث دراسة أكثر تفصيلاً عن سطح هذه الولاية وذلك بقياس مساحة كل إقليم تضاريسى من أقاليم الخريطة الثمانية (أى من صفر - ١٠، ١٠٠ - ٢٠٠، ٢٠٠ - ٤٠٠) ونسبته إلى مساحة الولاية البالغة ٤١٢٦٣ ميلاً مربعاً وذلك لمعرفة مدى تعقد التضاريس.

وقد تمكن G. C. Dickinson عام ١٩٧٣ تطبيق طريقة سميث فى منطقة شمال إنجلترا ، وذلك عن طريق الخرائط الطبوغرافية مقياس بوصة للميل بفصل رأسى قدره ٢٥ قدم فى المناطق السهلية وأكبر من ذلك فى مناطق المرتفعات الوسطى. وقد قسمت الخريطة إلى مربعات تغطى مساحة قدرها ٥ كم ٢ فى الطبيعة. ولكن بدلاً من إستخدام خطوط التساوى فى توضيح التضاريس النسبية، ظللت المربعات مباشرة بسبعة ظلال متدرجة، فخرجت الخريطة فى النهاية هندسية الشكل. ويبين (شكل ٦١) التضاريس النسبية لشمال إنجلترا بطريقة خطوط التساوى وطريقة المربعات الهندسية للمقارنة فيهما.

ثانياً : خريطة معدل إرتفاع التضاريس :

يقصد بمعدل إرتفاع التضاريس، قيمة أعلى منسوب لسطح الأرض فى وحدة مساحية معينة. وتهدف هذه الطريقة إلى تقسيم سطح الأرض إلى وحدات تضاريسية وحساب نسبة مساحة كل وحدة أى أجزاء كل من المناطق المرتفعة والمناطق المنخفضة أو السهلية إلى مساحة المنطقة موضع الدراسة. كما أنها توضح بشكل عام طبيعة المنحدرات بين المناطق المرتفعة والمناطق المنخفضة.

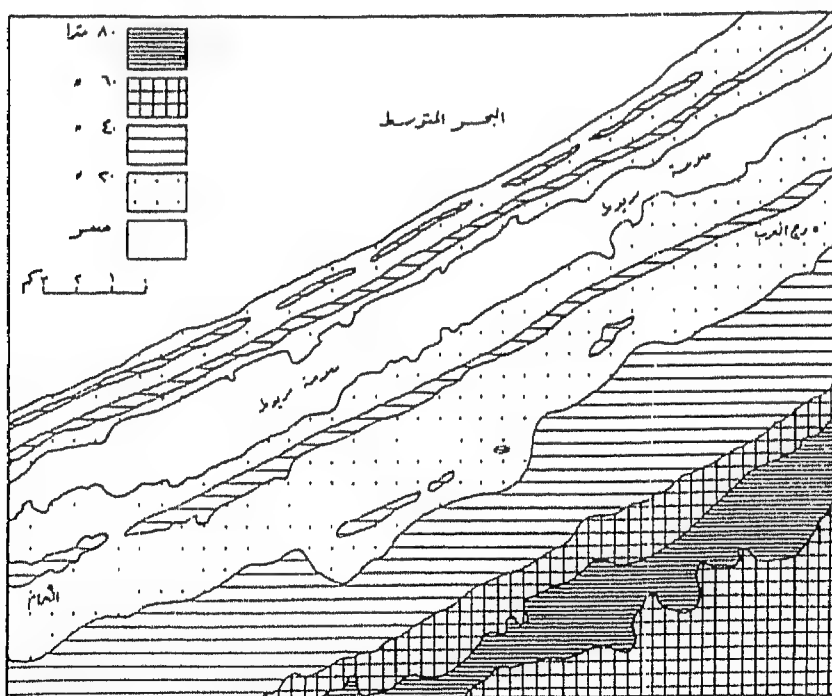
وتتلخص طريقة إنشاء هذه الخريطة فى الخطوات التالية :

١ - تقسم الخريطة الكنتورية إلى شبكة من المربعات تغطى فى الطبيعة مساحة معينة. ويفضل رسم شبكة المربعات على لوحة من الكلك ووضعتها على الخريطة حتى لا تتلف.

٢ - قراءة أعلى خط كنتور يمر بالمربع وتسجيل قيمته داخل المربع. وإذا وقع المربع بين خطى كنتور وبالتالى لا يمر به خطوط كنتور يحدد أعلى منسوب

من قراءة نقطة المناسيب المدونة على الخريطة الكنتورية ويسجل داخل المربع. وإذا وقع المربع بين خطي كنتور ولا توجد بداخله نقط مناسيب أو لا توجد نقط مناسيب على الخريطة الكنتورية، فإن قيمة أعلى منسوب داخل هذا المربع هي متوسط منسوب خطي الكنتور، ويسجل هذا المتوسط داخل المربع.

٣ - تظلل المربعات بدرجات ظل ذات فاصل رأسي مناسب، وتمحى أضلاع المربعات المتجاورة المتساوية في قيمة معدل الارتفاع بحيث يحدد درجة الظل خط واحد، أو تستخدم طريقة خطوط التساوى وقد طبقت هذه الطريقة في المنطقة بين برج العرب والحمام من إقليم مريوط غرب الإسكندرية. (شكل ٦٢).



شكل (٦٢)

ثالثاً : خريطة معدل الإنحدار :

إنحدار سطح الأرض على إمتداد خط معين على الخريطة الكنتورية هو الزاوية المحصورة بين سطح الأرض المنحدر والمستوى الأفقى. ويعبر عن هذا الإنحدار بنسبة حدها الأيمن الواحد الصحيح ويمثل فرق المنسوب بين طرفى الخط، وحدها الأيسر هو المسافة الأفقية بين هذين الطرفين. كأن يقال ١ : ٢٠ ، وهذا يعنى أن كل عشرين متراً أفقياً يقابلها إرتفاع أو إنخفاض فى منسوب سطح الأرض مقداره متراً واحداً. وقد يعبر عن هذا الإنحدار بمعدل، فإنحدار نسبته ١ : ٢٠ معدله هو ٠,٠٥ ، أى أن كل مسافة أفقية قدرها ١٠٠ م يقابلها فرق منسوب قدره ٥ م . وفى الواقع فإن هذا المعدل ما هو إلا قيمة ظل زاوية الإنحدار، أى خارج قسمة فرق المنسوب بين طرفى الخط على المسافة الأفقية بينهما ($\frac{1}{20}$ = ٠,٠٥). وبالكشف عن قيمة هذا الظل فى جداول الظلال ينتج قيمة زاوية الإنحدار (ظا ٥٢° = ٠,٠٥)، وهذه هى الصورة الثالثة من صور التعبير عن إنحدار سطح الأرض.

وتفيد دراسة إنحدار سطح الأرض على طول عدة قطاعات على الخريطة الكنتورية فى الدراسات الجغرافية بصفة عامة والدراسات الجيومورفولوجية بصفة خاصة. فالتغير فى درجة الإنحدار على طول المنحدر يعطى شكل المنحدر، ودراسة تغير شكل الإنحدار وشكل المنحدر من مكان لآخر فى المنطقة الممثلة على الخريطة الكنتورية تسهم فى تحليل أشكال سطح الأرض والتعرف على أصل نشأتها ومرحلة تطورها، وذلك بمساعدة طرق تحليل جيومورفولوجية أخرى. ولكن دراسة إنحدار سطح الأرض بهذه الطريقة أى من واقع القطاعات يلزم لها العديد من تلك القطاعات حتى تعطى صورة قريبة من واقع المنطقة موضع الدراسة، كما

أنها لاتبين توزيع درجات الإنحدار واتجاهاتها وأنماط المنحدرات فى المنطقة. ومن المعروف أن مثل هذا التوزيع يفيد فى الدراسات المورفولوجية التى تقوم على أساس تصنيف المنحدرات عن طريق قياس درجة الإنحدار.

وقد تعددت طرق تمثيل درجة إنحدار سطح الأرض على الخرائط، بعضها يقوم على القياس المباشر فى الحقل، والآخر يقوم على الخريطة الكنتورية. وتعالج الخريطة بعدة طرق لإنشاء خريطة معدل إنحدار سطح الأرض، ولعل أبسط تلك الطرق طريقة روبنسون التى تقوم على أساس كمي.

طريقة روبنسون :

تستخدم هذه الطريقة خرائط كنتورية من مقاييس رسم متوسطة أى طبوغرافية (١ : ٢٥,٠٠٠ ، ١ : ٥٠,٠٠٠ ، ١ : ٨٠,٠٠٠ ، ١ : ١٠٠,٠٠٠) .

وتتلخص هذه الطريقة فيما يلى :

١ - ترسم شبكة من المربعات على ورقة كلك بحيث يمثل كل مربع مساحة قدرها كيلومتراً مربعاً واحداً فى الطبيعة حسب مقياس رسم الخريطة، وتثبت فوق الخريطة الكنتورية.

٢ - يحسب معدل إنحدار سطح الأرض داخل كل مربع من هذه المربعات ويسجل داخله ويتم حساب معدل الإنحدار بمعادلة وينثورث C.K. Wentworth وهى :

$$\frac{\text{عدد خطوط الكنتور التى تمر فى المربع} \times \text{الفاصل الكنتورى}}{3361 \text{ (معامل ثابت)}}$$

أو بمعادلة كل من S. Finsterwalder و K. Peucker وهى :

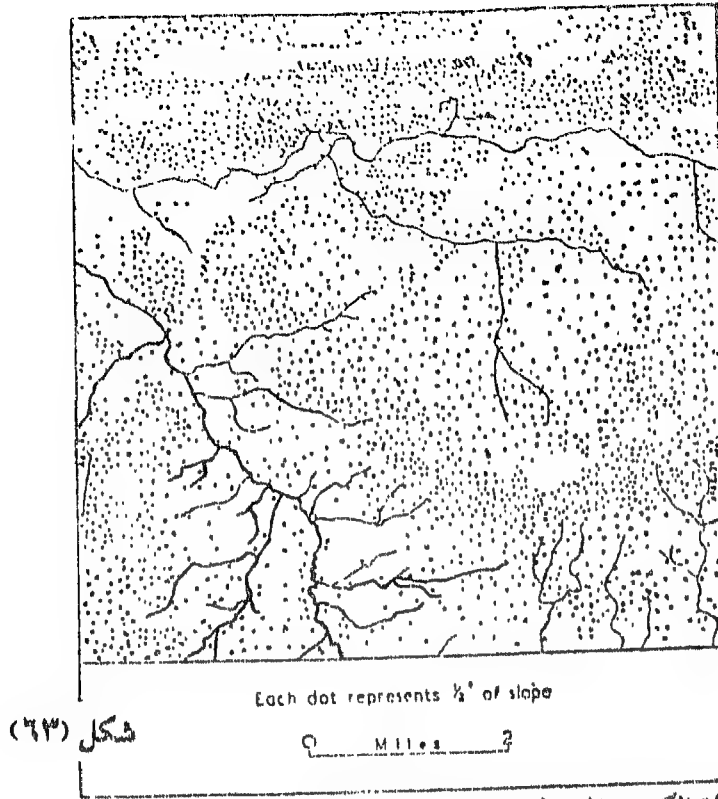
$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{إجمالي طول خطوط الكنتور المارة في المربع} \times \text{الفاصل الكنتوري}}{\text{مساحة المربع}}$$

٣ - تمثل قيم معدلات الانحدار بنقط ذات حجم منتظم بحيث يعطى لكل نقطة منها مدلول كمى أو قيمة معينة تحدد بصورة مناسبة حسب القيم المحسوبة داخل المربعات. وقد يبدو مناسب أن تمثل كل ١° بنقطة واحدة أو كل ١/٢° بنقطة واحدة، أو كل ٢° أو ٣° بنقطة واحدة.

٤ - يحدد عدد النقط داخل كل مربع حسب المدلول الكمى المختار للنقطة، ثم يحدد حجم النقطة المناسب بحيث لا يكون كبيراً فتتلاحم النقط وتعطى إنطباعاً بشدة الانحدار فى مناطق درجة إنحدارها محدودة، ولا يكون صغيراً فتتباعد النقط بحيث تظهر كما لو كان معدل الانحدار خفيفاً فى مناطق شديدة الانحدار.

٥ - يوقع داخل كل مربع عدد النقط التى سبق تحديدها حسب المدلول الكمى للنقطة، وذلك بطريقة عشوائية بالإستعانة بخطوط الكنتور التى تظهر من تحت لوحة الكللك، وذلك حتى تتخذ النقط طابع الإستمرارية أى تتفق خريطة معدل الانحدار فى تدرج كثافتها مع الخريطة الكنتورية.

٦ - تزال شبكة المربعات المرسومة أصلاً بالقلم الرصاص فتنجح خريطة معدل الانحدار. (شكل ٦٣).



رابعا : خريطة الكنتور المبسط :

من المعروف أن التعاريج والإنشاءات وتداخل خطوط الكنتور في بعضها البعض هي نتيجة لتعرض سطح الأرض لعمليات التعرية المختلفة وخاصة التعرية النهرية الممثلة في المجارى المائية الحالية أو الأودية الجافة الحالية التي حفرتها المياه إبان أدوار المطر التي حدثت في فترة البليو - بليستوسين وفي عصر البليستوسين. ويعتبر هذا النشاط المائي الحالي أو السابق له الدور الأكبر في تعقد خطوط الكنتور. أى أنه لولا هذه المجارى المائية بنظمها المختلفة لكان سطح الأرض أكثر إنتظاماً في إنحداره، وكانت خطوط الكنتور أكثر إستقامة وأقل تعرجاً وعدداً.

وتهدف خريطة الكنتور المبسط إلى تبسيط الخريطة الكنتورية بالتقليل من التعاريج والإنشاءات الموجودة بخطوط الكنتور، أى ملء الفجوات التي أوجدتها عوامل التعرية المختلفة على سطح الأرض. وعملية ملء الفجوات هذه بمثابة ترميم

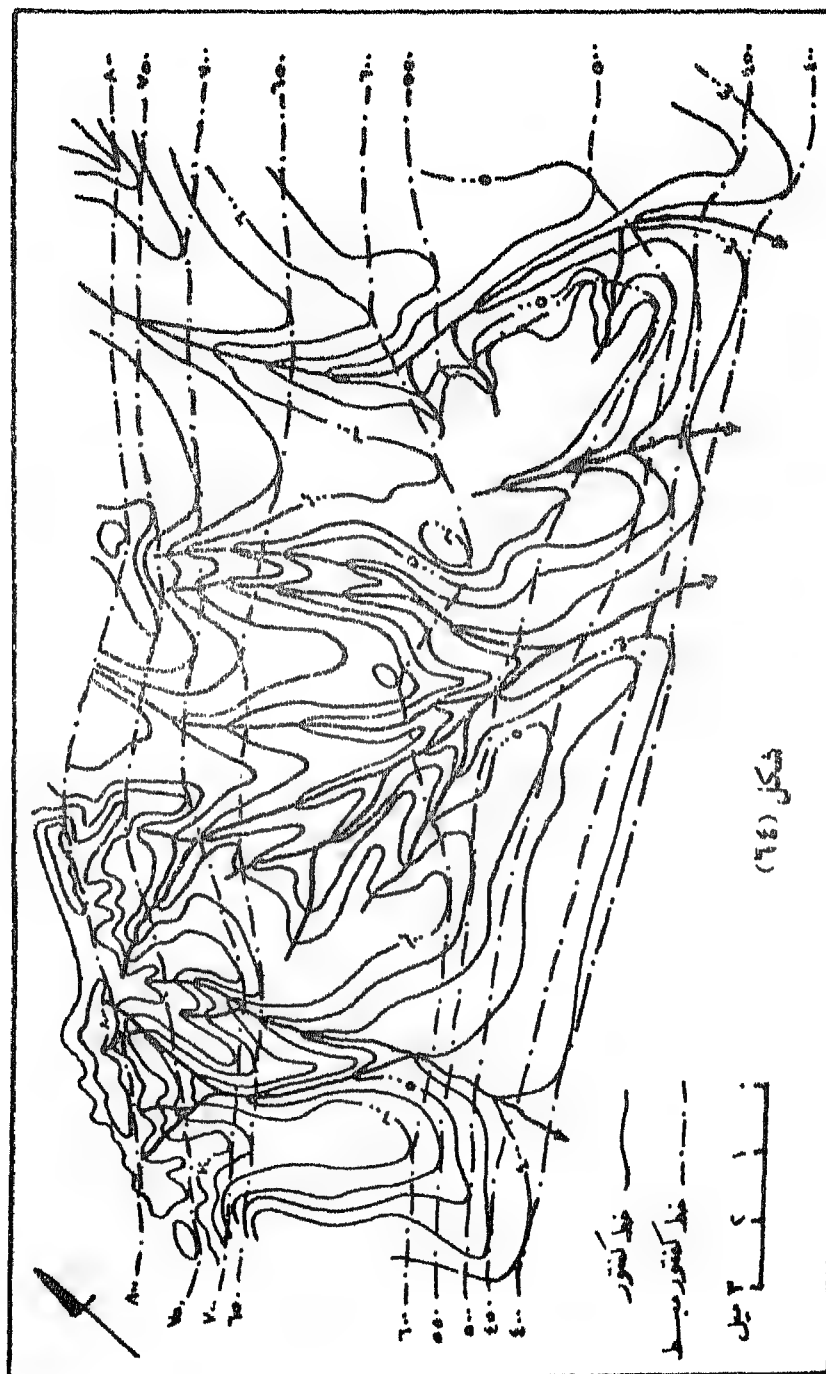
لتصدعات أحدثتها عوامل التعرية هذه والسبيل إلى دراسة تطور سطح الأرض والتعرف على حالته التي كان عليها قبل وجود هذه الفجوات هي الخطوط الكنتورية المبسطة.

ويتم إجراء هذه العملية على الخريطة الكنتورية بربط النقاط ذات الارتفاعات المتساوية لمقدمات أراضي ما بين الأودية بخطوط مستقيمة تخترق تلك الأودية التي بينها. وتتوقف وسائل ربط هذه النقاط على الغاية التي يريد أن يبرزها الدارس، فإذا أراد أن يرجع بسطح الأرض إلى مرحلة قرية من حالته الراهنة فعليه أن يملأ أودية الأنهار الراقية الصغيرة. أما إذا أراد الرجوع إلى مرحلة أقدم يملأ وديان الروافد الرئيسية ثم أودية الأنهار الكبيرة الرئيسية إذا أراد أن يرجع إلى مرحلة أقدم من ذلك. (شكل ٦٤).

وبعد إجراء عملية الخطوط الكنتورية المبسطة تظهر هذه الخطوط في النهاية على شكل نمطين : نمط تتقارب فيه خطوط الكنتور دلالة على شدة إنحدار سطح الأرض وآخر تتباعد فيه هذه الخطوط دلالة على إستواء سطح الأرض أو قربه من الإستواء. ويمكن هنا تعليل هذا التتابع من الأراضي المستوية والأراضي المنحدرة وإرجاعها لسبب أو أكثر من الأسباب الآتية :

١ - إرتباط هذا التتابع بنوع الصخر ونظامه، أى إرتباط الأراضي المنحدرة بطبقة صخرية صلبة مقاومة لعمليات التعرية، أو إرتباط هذه الأراضي بخطوط إنكسارات ، وأن الأراضي المستوية أو قليلة الإنحدار ترتبط بالصخور اللينة قليلة المقاومة لعمليات التعرية أو جانب المرمى بالنسبة للإنكسار، وفي كلا الحالتين يمكن ربط الخريطة الكنتورية المبسطة بالخريطة الجيولوجية.

٢ - أن الأراضي المستوية أو بطيئة الإنحدار ما هي إلا مصاطب أو أرصفة بحرية. ولإثبات ذلك لابد من البحث والتنقيب عن بقايا الرواسب البحرية أو بقايا



أثر فعل أمواج البحر وأثر فعل الأملاح البحرية المتطايرة فى الأرضى شديدة الانحدار التى تقع خلف الأرضى بطيئة الانحدار.

٣ - أن الأرضى بطيئة الانحدار التى يمثلها تباعد فى خطوط الكنتور المبسط ماهى إلا مصاطب نهريّة (سهول فيضية قديمة)، وأن هذه الأرضى تمثل مرحلة من مراحل إستقرار مستوى القاعدة Stand Still. وللتأكد من ذلك لابد من البحث عن بقايا الرواسب النهريّة إن وجدت أو على الأقل بعض من الحصى النهريّ الذى ربما مازال هناك بعضه خاصة فى الأرضى الموجودة على مناسيب مرتفعة، إذ أن هذا الارتفاع يدل على قدمها الذى يؤدى بدوره فى كثير من الأحيان إلى إعطاء الفرصة لعوامل التعرية والتجوية المختلفة لإزالة تلك الرواسب.

وتبين خريطة الكنتور المبسط نظم التصريف النهريّ الأولية التى كانت تتفرع أوديتها فى الأسطح الأصلية Initial Surfaces إذا ماتم ردم الروافد كلها وبقيت المجارى المائية الرئيسية. فإذا ظهرت تلك المجارى فى خطوط شبه مستقيمة وشبه متوازية لبعضها دل هذا على إحتمال كونها أنهاراً أصلية Consequent Streams، أو أنهاراً طولية أصلية Longitudinal Consequent Streams تشير إلى محاور لتواءات محدبة وأخرى مقعرة. أو بمعنى آخر تبين خريطة الكنتور المبسط نظم التصريف النهريّ أيا كان نوعها أو أصلها.

خامساً : المجسمات :

تعتبر الرسوم البيانية المجسمة صورة للمنطقة التى تبينها الخريطة الكنتورية بأبعادها الثلاثة، حتى يمكن مشاهدتها ودراستها وتفسيرها بصورة أفضل من الخريطة الكنتورية. وهى تستخدم فى تمثيل الظواهر الجيومورفولوجية، كما يمكن توضيح المعلومات والبيانات الجيولوجية على جوانبها. وبهذا فإن المجسمات توضح شكل سطح الأرض وبينتها فى آن واحد. فإذا كانت الخريطة الكنتورية تمثل

سطح الأرض، والقطاعات الجيولوجية تمثل البنية، فإن المجسمات تجمع بينها في شكل بياني واحد.

ولانتهتم المجسمات بتوضيح كل التفاصيل الجيومورفولوجية، ولكنها قد تختار بعض الظواهر التضاريسية الهامة وتبرزها. ولإنشاء المجسم تتبع الخطوات التالية. (شكل ٦٥):

١ - ترسم شبكة من المربعات على الخريطة الكنتورية المراد إنشاء رسم مجسم لها. (شكل ٦٥ أ).

٢ - ترسم شبكة المربعات على الورقة التي سينشأ عليها المجسم، وذلك بعد تحديد إتجاه أى توجيه Orientation المجسم، والذي يجب تحديده بدقة. فالمناطق المرتفعة يجب أن تحتل مؤخرة الرسم بينما تظهر المنخفضات فى المقدمة. وأنسب إتجاه هو الذى يصنع زاوية تتراوح بين ٣٠° ، ٤٥° مع المحور الصادى للخريطة الكنتورية. وبطبيعة الحال سوف تظهر شبكة المربعات على شكل شبكة من المعينات. ثم تنقل الظواهر الرئيسية الموجودة على الخريطة مثل المجارى المائية الرئيسية والطرق إلى الشبكة. (شكل ٦٥ ب)

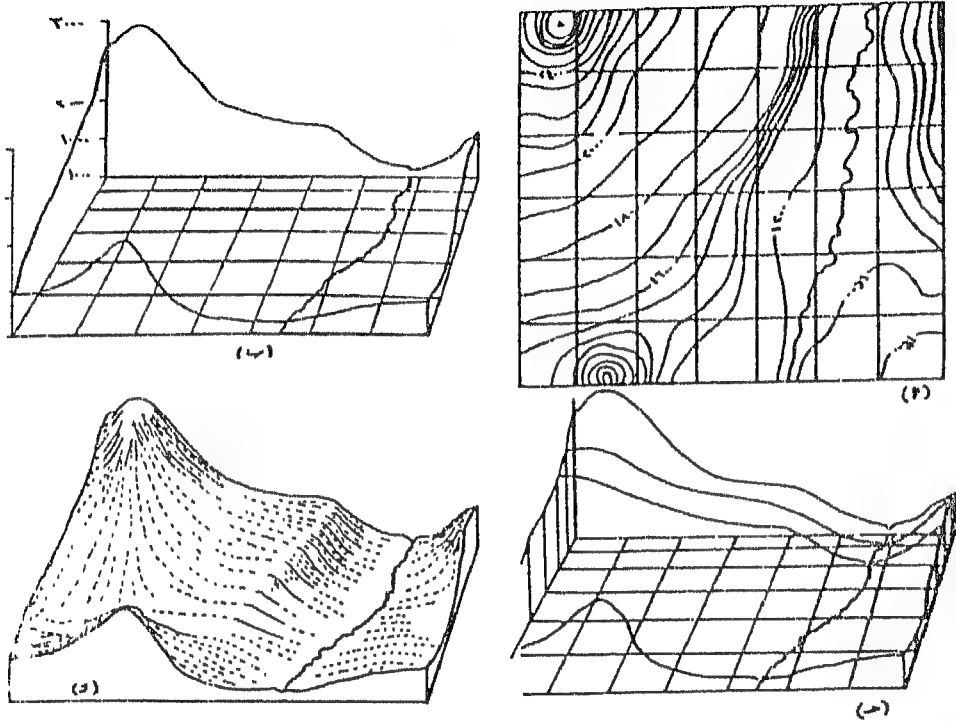
٣ - تقام أعمدة رأسية عند الأركان الأربعة للشبكة، وترسم بينها القطاعات التضاريسية التى تبين الجوانب الأربعة للمجسم (شكل ٦٥ ب).

٤ - ترسم قطاعات تضاريسية لكل خط أفقى من خطوط الشبكة. ويمكن رسم قطاعات أخرى على طول خطوط إضافية فى حالة ما إذا كانت القطاعات التضاريسية الأولى لم تبين الظواهر التضاريسية الهامة (شكل ٦٥ ج).

٥ - ترسم خطوط هاشور لتبين إتجاه إنحدار سطح الأرض بمساعدة القطاعات التضاريسية المتتابة.

٦ - يحبر المجسم وتزال خطوط الشبكة وخطوط القطاعات التضاريسية، ثم تضاف أسماء المعالم الطبوغرافية الرئيسية. وفى بعض الأحوال تضاف بعض نقط

المناسيب والتفاصيل الصغيرة التي أغفلت القطاعات توضيحها بالإستعانة
بالخريطة الكنتورية الأصلية. وكذلك يبين مقياس الرسم الأفقى ومقياس
الرسم الرأسى ومقدار أو نسبة المبالغة الرأسية (شكل ٦٥ د).

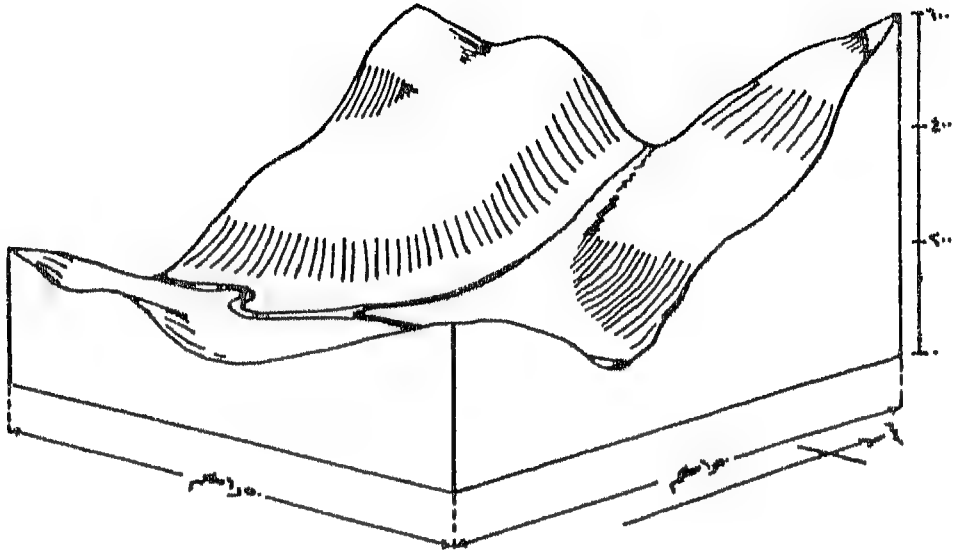


شكل (٦٥)

إنشاء الخريطة الكنتورية من الرسم البيانى المجسم :

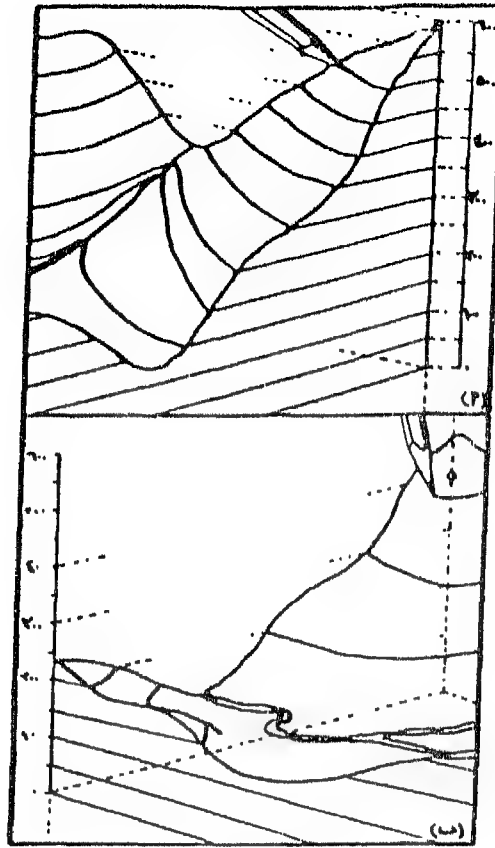
يبين (شكل ٦٦) رسم بيانى مجسم لمنطقة يجرى بها نهر رئيسى وروافده،
ويقطع هذا الرافد فى منطقة تلالية. ومبين على الشكل المقياس الرأسى والأبعاد
الأفقية للمنطقة. والمطلوب رسم خريطة كنتورية لهذا المجسم بمقياس رسم
١ : ١٠,٠٠٠ وفترة كنتورية ٥٠ م. ولإنشاء تلك الخريطة يجرى الآتى (شكل
٦٧ أ، ب) :

- ١ - يقسم المحور الرأسى إلى فواصل رأسية قدرها ٥٠ م.
- ٢ - يرسم عند كل ركن من أركان الجسم الأربعة محوراً رأسياً من القاعدة التى منسوبها صفر ويقسم بفاصل رأسى ٥٠ م ، فتتعين عليه نقط منسوب صفر، ٥٠، ١٠٠، ٠٠٠٠، ٦٠٠ م.



شكل (٦٦)

- ٣ - ترسم من نقطة المنسوب هذه خطوط بالقلم الرصاص الخفيف موازية لجوانب الجسم وتقاطع مع حوافه، فيتحدد على تلك الحواف نقط المنسوب صفر، ٥٠، ١٠٠، ٠٠٠٠، ٦٠٠ م.
 - ٤ - ترسم خطوط الكنتور على سطح الجسم بدءاً من نقط المنسوب على الحافة ومنتهية إلى نقط المنسوب من نفس القيمة على الحافة الأخرى.
- (شكل ٦٨).



شكل (٦٧)

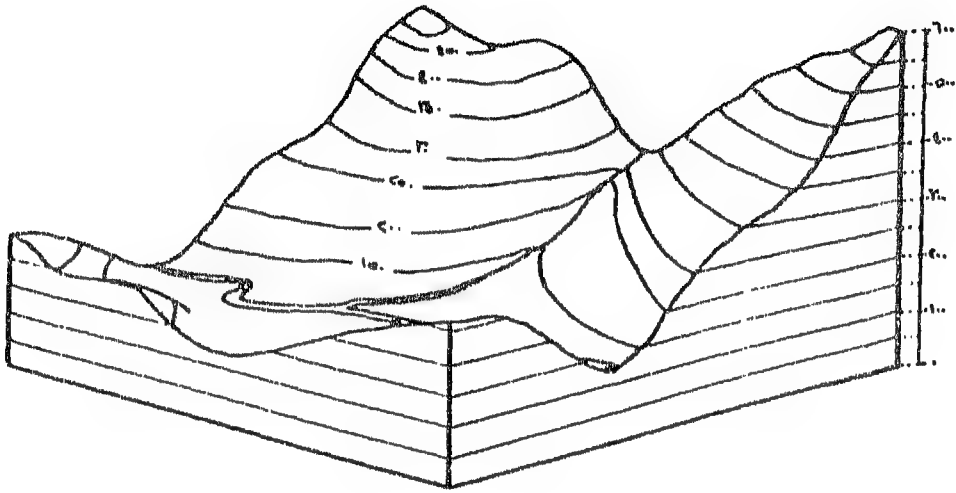
رسم الخريطة الكنتورية :

يبيّن أشكال (٦٩ أ ، ب ج) خطوات إسقاط خطوط الكنتور من المجسم إلى اللوحة. وهذه الخطوات هي :

- ١ - يرسم مربع طول ضلعه ١,٥ كم بمقياس الرسم المطلوب وهو ١٠,٠٠٠ .
- ٢ - توقع الظواهر الرئيسية من المجسم أى النهر وروافده بواسطة الدفيدر، وذلك بقياس المسافة من الركن الأمامى للمجسم (الركن الجنوبي الشرقى) إلى منتصف مجرى النهر الرئيسى، بشرط أن يكون هذا القياس فى موازاة

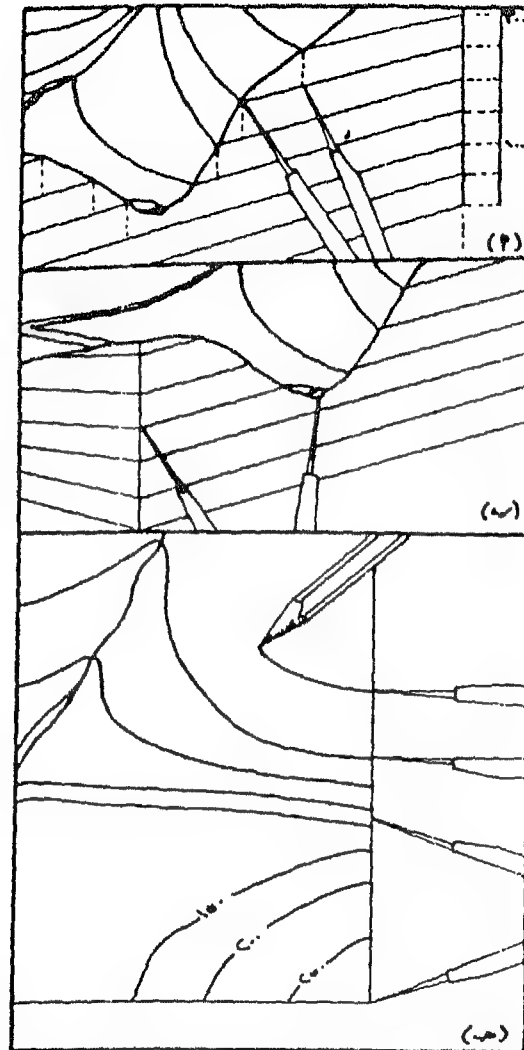
خطوط التقسيم الكنتوري المرسومة على المجسم والموازية لقاعدته. توقع تلك المسافة على حافة المربع المناظرة. وهكذا بالنسبة لنقط تغير إتجاه المجرى النهري.

وفي حالة إختفاء المجرى وراء منطقة مرتفعة يحدد إمتداده بالتقريب. توصل هذه النقط بعضها ببعض فيتحدد المجرى النهري، بنفس الطريقة رافدة الآتي من الشمال.

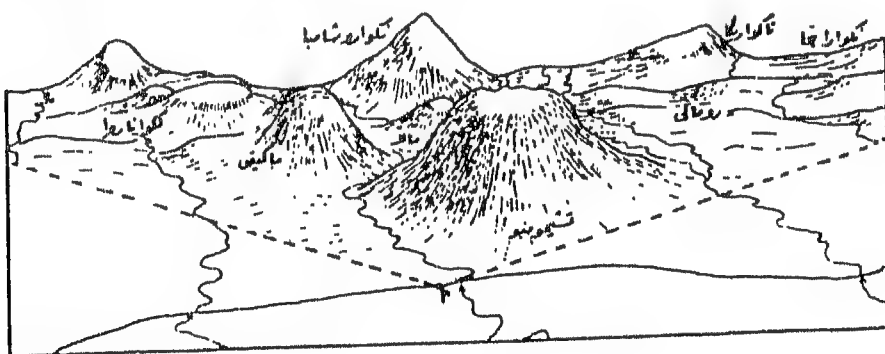
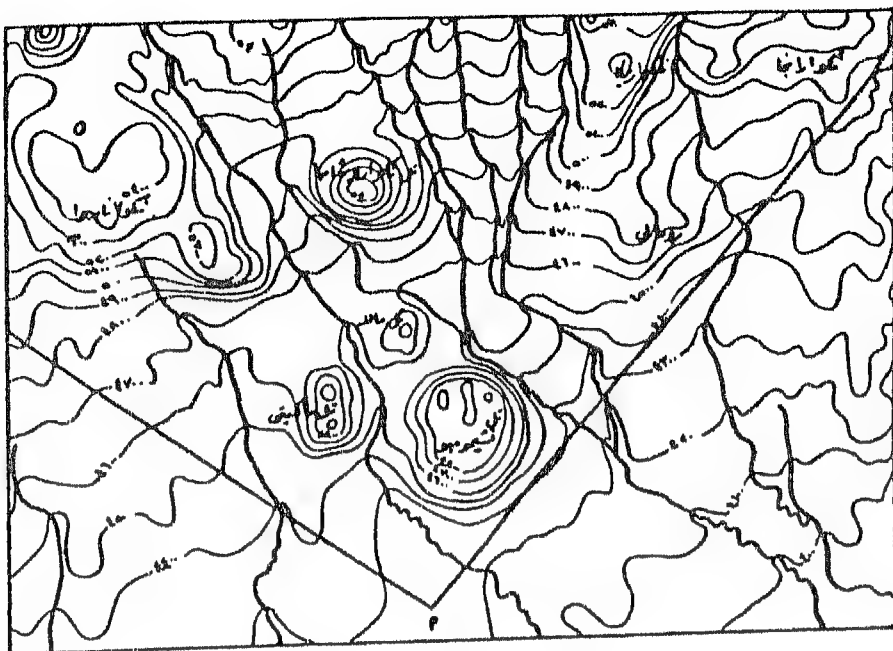


شكل (٦٨)

٣ - تحدد نقط خط الكنتور بنفس الطريقة من حواف المجسم بواسطة الدفيدر، وتوصل بعضها ببعض للحصول على خط الكنتور، وهكذا في بقية الخطوط حتى يتم الحصول على الخريطة الكنتورية النهائية. ويوضح (شكل ٧٠) و (شكل ٧١) خريطتان كنتوريتان لبعض مظاهر سطح الأرض والرسوم البيانية المجسمة الخاصة بهما.

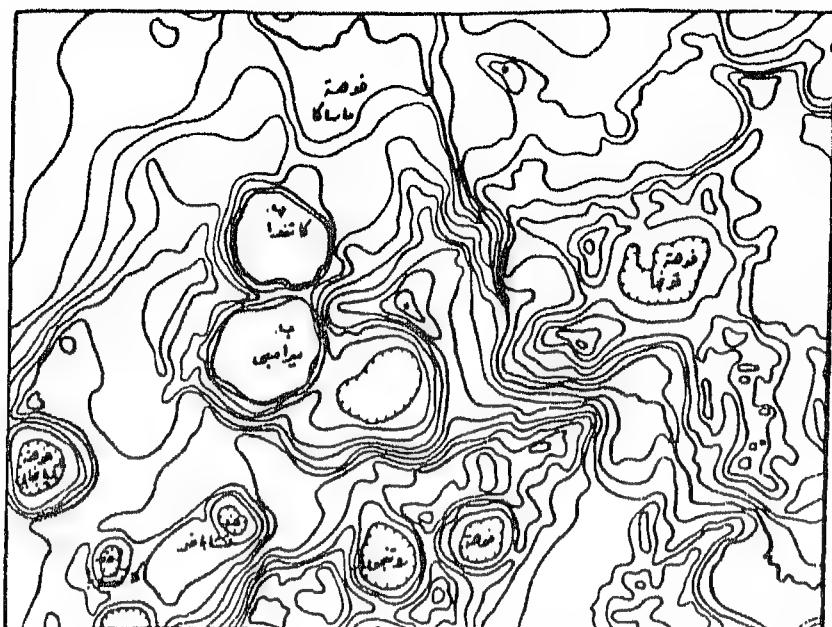


شکل (۶۹)



شكل (٧٠)

يبين الجسم مظاهر سطح الأرض كما تشاهد من النقطة أ واتجاه النظر نحو الشمال، وزاوية مجال الرؤية مبيّنة بالخط المتصل المستقيم على الخريطة الكنتورية. يجب عند رسم الجسم ملاحظة منسوب قمم التلال وارتفاعاتها النسبية ومواقعها النسبية للتأكد من إمكانية رؤيتها داخل مجال الرؤية



شكل (٧١)

يبين خريطة كنتورية ومجسمها لمظاهر سطح الأرض في منطقة بركانية في جنوب غرب أوغندا. وتتميز تلك المناطق البركانية بالتلال المستديرة، والفوهات البركانية التي يمكن أن يشغل بعضها بحيرات مستديرة الشكل، وكذلك حافات أطراف الفرشات الالافية.

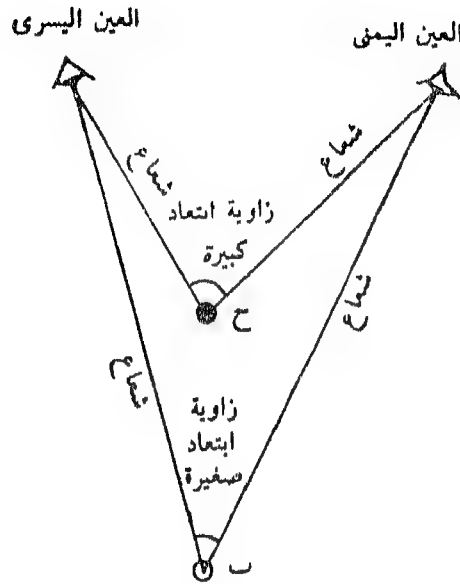
سادساً: التجسيم الاستريوسكوبى للخريطة الكنتورية:

الإبصار المجسم:

الإبصار المجسم هو الإبصار الذى يدرك فيه الإنسان رؤية الأهداف بأبعادها الثلاث، وهى الطول والعرض (البعد فى المستوى الأفقى) والارتفاع والعُمق (البعد فى المستوى الرأسى) أى الفرق بين النقط القريبة والنقط البعيدة. ولكى تتكون المقدرة على الرؤية المجسمة لابد أن يكون هناك مصدران للإبصار هما العينان اللتان تستقبلان صورتى الهدف بزاويتي إبصار مختلفتين، ثم يقوم المخ بترجمة هاتين الصورتين إلى صورة واحدة مجسمة ينتج عنها الرؤية العادية للإنسان وهى رؤية مجسمة.

على سبيل المثال نفترض أننا ننظر إلى كرتين الأولى حمراء (ح) على بعد حوالى مترين والأخرى بيضاء (ب) على بعد ثلاثة أمتار. ويصل من الكرة الحمراء شعاع إلى العين اليمنى وشعاع آخر إلى العين اليسرى ويحصران بينهما عند (ح) زاوية تسمى بزاوية إبتعاد الكرة الحمراء. ويحدث نفس الشيء من الكرة البيضاء حيث يأتى منها شعاعات إلى عيني الناظر ويحصران بينهما عند (ب) زاوية تسمى بزاوية إبتعاد الكرة البيضاء (شكل ٧٢). ويتضح من الشكل أن زاوية إبتعاد الكرة (ح) القريبة أكبر من زاوية إبتعاد الكرة (ب) البعيدة. وكلما بعد الهدف أكثر كلما صغرت زاوية إبتعاده، وبالعكس كلما قرب الهدف كبرت زاوية إبتعاده. ولذلك يدرك الإنسان الهدف القريب من زاوية إبتعاده الكبيرة ويدرك الهدف البعيد من زاوية إبتعاده الأصغر، وينتج ذلك من أن كل عين من عيني الإنسان لها موضع فى الفراغ غير موضع العين الأخرى حيث أنهما متباعدتان عن بعضهما بمسافة شبه ثابتة إذ تتراوح بين ٦٣ و ٧٠ ملليمترًا، وتسمى بقاعدة الإبصار فى الإنسان، وبذلك ترى إحداهما صورة الهدف المنظور بشكل يختلف قليلاً عما تراه العين الأخرى. ولكنهما يشتركان فى أن كل منهما ترى الصورة

كأنها مستسط مركزى مستوى. ويتوحد هذان المسقطان المركزيان المستويان داخل المنح في هيئة مجسم فراغى واحد يمثل المنظر المرئى فى الفضاء. وتعرف هذه الخاصية بالإبصار المجسم الذى يستطيع به الإنسان تعيين مواقع الأجسام والأهداف ويقدر أبعادها عنه ويجعلها فى مواقعها الحقيقية فى الفضاء وليست منظورة فى مستوى واحد.



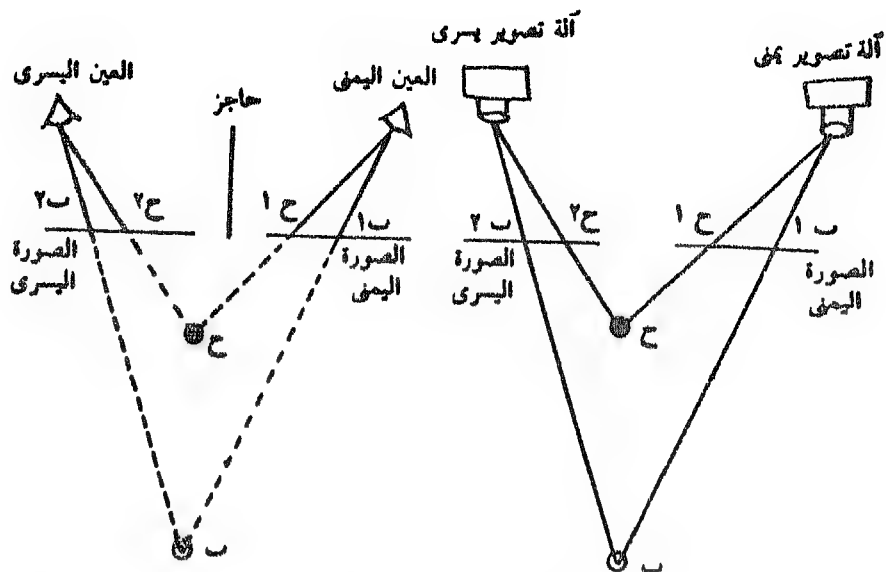
التمييز بين مسافة الكرتين :
الأولى حمراء قريبة ح
والثانية بيضاء بعيدة ب

شكل (٧٢)

وقدرة الإنسان فى التمييز بين بعد الأهداف وقربها مقيدة بحدود معينة. فإذا كانت الأهداف قريبة جداً على مسافة أقل من ٢٠ سم فإن العينين لا يمكنهما التمييز بين بُعد الأهداف وقربها نظراً لكبر زاوية الإبتعاد لكل هدف عن الحد الممكن التمييز بينهما فيه. وكذلك إذا كانت الأهداف بعيدة على مسافة حوالى ٨٠٠ م فإن العينين لا يمكنهما التمييز أيضاً بين بُعد الأهداف وقربها فى هذه المنطقة نظراً لصغر زاوية الإبتعاد لكل هدف عن الحد الممكن تمييزه.

وللقيام بعملية الإبصار الجسم تشترك العين مع عصب الإبصار ومركز الإبصار فى المخ لأداء تلك المهمة. فالعين توجد بها القرنية وهى عدسة تجمع الأشعة الخفيفة المنبعثة عن المراتب وتنظم مساراتها فتسقط تلك الأشعة على الشبكية التى تبطن داخل العين والتى تتكون من ملايين الخلايا الخاصة والألياف العصبية التى تكوّن العصب البصرى. وعند سقوط الأشعة الضوئية على تلك الخلايا وتنطبع صورتها الهدف على شبكية العينين تحدث بها تأثيرات كيميائية تنتقل فى الألياف البصرية وعصب الإبصار على هيئة خفقات تصل إلى مركز الإبصار فى المخ حيث تتحول إلى إدراك بصرى للمراتب.

أما بالنسبة للرؤية المجسمة من خلال الصور أو الخرائط الكنتورية أى الحصول على نماذج ضوئية مجسمة فإنه يجب توفير شروط الرؤية المجسمة فى الفضاء. لذا يجب أخذ صورتان لنفس الهدف (الخريطة الكنتورية) من موضعى تصوير مختلفين يمثلان موضعى العينين اليمنى واليسرى فى الطبيعة. أى وضع آلة تصوير تحل محل العين اليمنى وتلتقط صورة الهدف أو الخريطة، ثم نقل آلة التصوير ووضعها كى تحل محل العين اليسرى وتلتقط صورة ثانية لنفس الهدف أو الخريطة (شكل ٧٣). ويمكن من هاتين الصورتين اليمنى واليسرى معرفة الهدف القريب من الهدف البعيد، بشرط أن توضع الصورتان أمام العينين بنفس الترتيب والنظام أثناء التصوير، أى أن توضع الصورة اليمنى أمام نفس العين كما كانت أثناء التصوير ولا يحدث لها أى دوران، وكذلك توضع الصورة اليسرى أمام نفس العين كما كانت أثناء التصوير ولا يحدث لها أى دوران. كما يجب أن ينظر إلى الصورة اليمنى بالعين اليمنى فقط وإلى الصورة اليسرى بالعين اليسرى، فقط، أى يجب أن تنظر كل عين إلى الصورة المخصصة لها ولا ترى الصورة الأخرى، بحيث تنطبع على شبكية العين نفس الصورة التى كان يمكن أن تلحظها فى الفضاء. ويقوم المخ بترجمة هاتين الصورتين إلى صورة واحدة مجسمة فيتولد لدى الناظر إدراك الهدف القريب من الهدف البعيد.

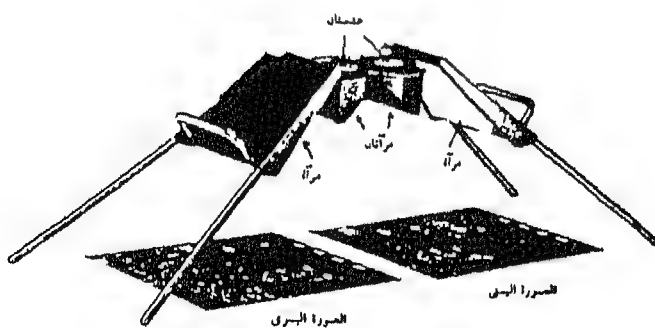
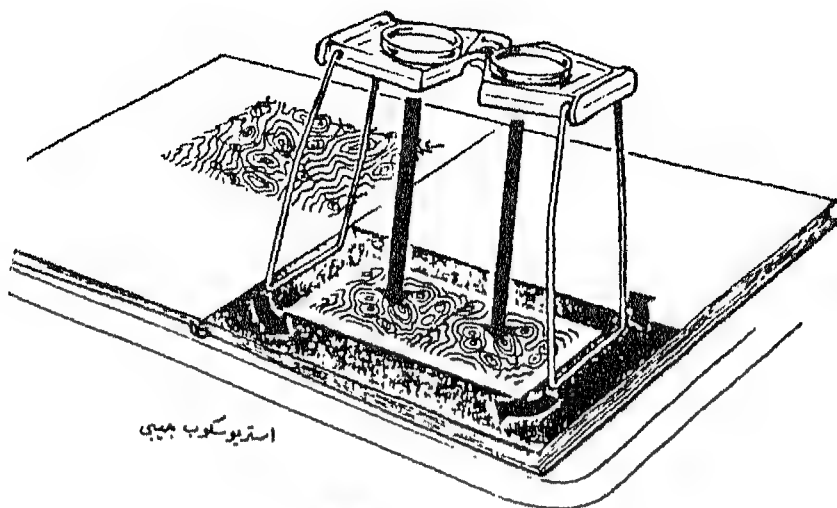


النظر إلى الصورة اليمنى بالعين اليمنى فقط
وإلى اليسرى بالعين اليسرى فقط في نفس
الوقت والاحساس باختلاف مسافة الكرتين
من الصورتين .

استبدال العينين بآلة تصوير
وتصوير الكرتين معا في الصورة
اليمنى ح ١ ، ب ١ وفي الصورة
اليسرى ح ٢ ، ب ٢

شكل (٧٣)

ويستخدم جهاز بسيط يعرف بالاستريوسكوب الجيبى Pocket Stereoscope له عدستان مكبرتان إلى الضعف تقريبا في مساعدة كل عين في النظر إلى الصورة الخاصة بها دون الأخرى. كما قد يستخدم جهاز آخر يعرف بالاستريوسكوب ذى المرايا Mirror Stereoscope وهو نفس فكرة الاستريوسكوب الجيبى إلا أنه نظراً لكبر أبعاد الصورتين (الخريطتين) المدروستين وضعت مرآتان لعكس الأشعة القادمة منهما وتوجيهها إلى عيني الناظر (شكل ٧٤).



شكل (٧٤)

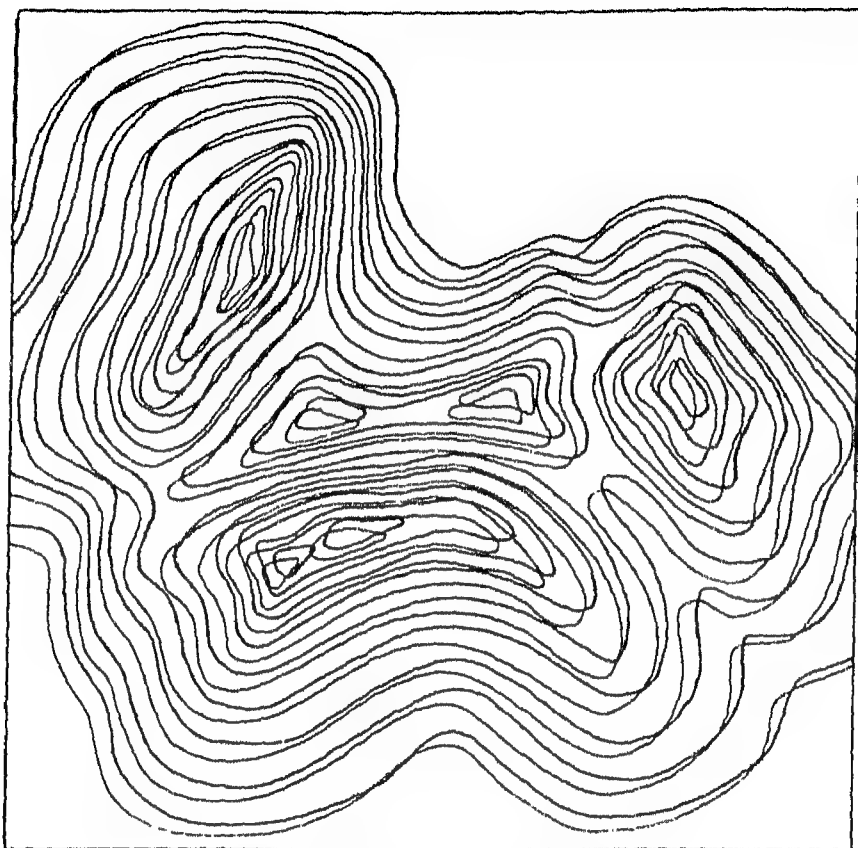
الاستريوسكوب ذو المرايا

الإبصار المجسم بواسطة الأنا جليفي Anaglyph :

يمكن الحصول على الرؤية المجسمة من الصور أو الخريطة الكنتورية عن طريق طبع كل من الصورتين الملتقطتين من موضوعي تصوير مختلفين يمثلان موضوعي العينين اليمنى واليسرى في الطبيعة بألوان زاهية على لوحة واحدة. وذلك بأن تطبع الصورة الأولى باللون الأحمر مثلاً وتطبع الصورة الثانية باللون الأزرق أو اللون الأخضر، وتسمى الصورة الناتجة بالأنا جليفي. ويستعمل الناظر إلى هذا الأنا جليفي منظاراً يشبه النظارة إحدى زجاجتيه لونها أحمر تمرر الأشعة الحمراء فقط القادمة من طبعة الصورة الأولى ولا تمرر أي أشعة بلون آخر، والزجاجية الثانية لونها أزرق تمرر الأشعة الزرقاء القادمة من طبعة الصورة الثانية ولا تمرر أي أشعة بلون آخر. وبذلك ترى كل عين من عيني الراصد صورة واحدة فقط وينتج عن هذا رؤية مجسمة غير ملونة.

التجسيم الإيستريوسكوبي للخريطة الكنتورية :

ظهرت أول خريطة كنتورية استريوسكوبية (مجسمة) عام ١٩٤٠ على يد Bleo وهو أحد العاملين في القوات الجوية الأمريكية. فقد قام بطبع صورتين التقطتا لخريطة كنتورية واحدة من نقطتين مختلفتين على لوحة واحدة. تمثل الصورة الأولى زاوية رؤية العين اليمنى والثانية تمثل زاوية رؤية العين اليسرى. وقد طبعت إحدى الصورتين باللون الأحمر والأخرى باللون الأخضر (شكل ٧٥). وعند النظر إلى تلك الصورة ذات اللونين المتداخلين (الأنا جليفي) بواسطة استريوسكوب جيبي إحدى عينييه مغطاة بمرشح أحمر والأخر بمرشح أخضر أمكن رؤية الخريطة الكنتورية مجسمة والإحساس بالبعد الثالث.



خريطة كنفورية استريوسكوبية ذات لونين متداخلة (أنا جليد)

شكل (٧٥)

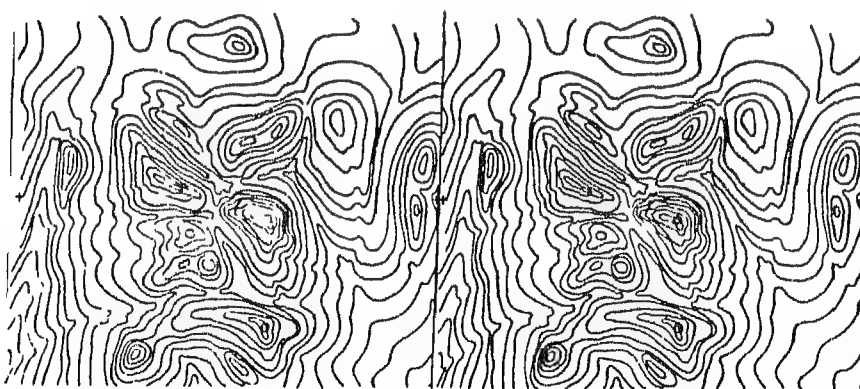
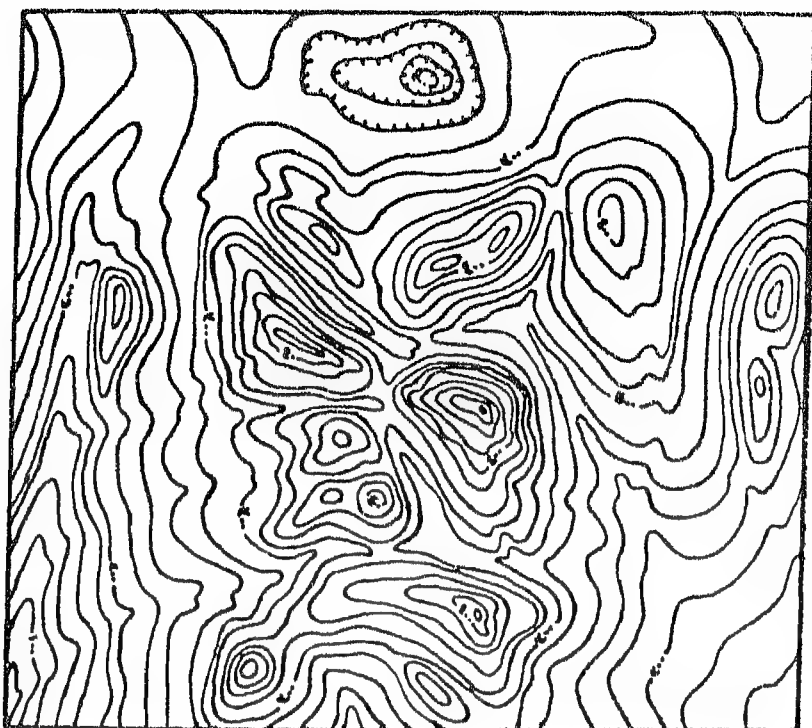
ويمكن الحصول على الرؤية الجسمة للخريطة الكنتورية المطبوعة بلون واحد باستخدام الاستريوسكوب الجيبى العادى أو الاستريوسكوب ذى المرايا. ويلزم ذلك رسم خريطة كنتورية أخرى للخريطة الكنتورية الأصلية تكون خطوط الكنتور بها مزاحة قطرياً عن مواقعها الأصلية ناحية الجانب الأيسر وإلى أسفل قليلاً. وتوضع الخريطة الأصلية أمام العين اليمنى لتراها العين اليمنى فى الاستريوسكوب، والخريطة الأخرى أمام العين اليسرى لتراها العين اليسرى فى الاستريوسكوب. أو العكس أى ترسم خريطة كنتورية أخرى للخريطة الأصلية وبحيث تكون خطوط الكنتور مزاحة قطرياً عن مواقعها الأصلية ناحية الجانب الأيمن وإلى أعلى قليلاً. وفى هذه الحالة توضع الخريطة الأصلية أمام العين اليسرى والخريطة الأخرى أمام العين اليمنى. وينتج عن الإزاحة الجانبية البسيطة مبالغة رأسية ملموسة لتضاريس سطح الأرض حتى يمكن أن تدركها العين. وعند النظر خلال عدسات الاستريوسكوب فإن الخريطتان يندمجان فى المخ فى خريطة واحدة، فيدرك العقل سطح الأرض مجسماً بأبعاده الثلاثة.

كما يمكن الحصول على الرؤية المجسمة للخريطة الكنتورية عن طريق رسم نسخة أخرى للخريطة الأصلية (دون إزاحة)، وتوضع الخريطة الأصلية أمام العين اليمنى تحت الاستريوسكوب وتوضع الخريطة الأخرى أمام العين اليسرى بشرط أن يكون مركزها أو الخط الأفقى الوهمى الذى يتوسطها والذى يمثل محورها السينى مزاحاً إلى أسفل قليلاً عن المحور السينى الوهمى للخريطة الأصلية الموضوعة أمام العين اليمنى مع ملاحظة عدم دورانها أى يكون المحوران السينيان للخريطتين موازيين لبعضهما البعض. أو العكس أى تثبيت الخريطة اليسرى أمام العين اليسرى والصورة اليمنى تكون مزاحة إلى أعلى قليلاً.

وتساعد الخرائط الكنتورية الاستريوسكوبية ذات اللون الواحد فى قراءة وتفسير الخريطة الكنتورية، إذ تجعل الرؤية الاستريوسكوبية الظاهرات وعناصر سطح الأرض

الأخرى أكثر وضوحاً وجلاءً ويمكن ملاحظتها من أول وهلة. وتتضمن تلك الرؤية الاستريوسكوبية:

- ١ - المنظور الصحيح للمرتفعات والمنخفضات على الخريطة.
 - ٢ - ملاحظة التغير في المنسوب من منطقة لأخرى على الخريطة.
 - ٣ - التعرف على مواقع أنواع المنحدرات على الخريطة.
 - ٤ - الإدراك البصري لإنحدارات خطوط التصريف المائي السطحي أو قيعان الأودية الجافة.
 - ٥ - التعرف على أشكال سطح الأرض وإمتدادها وتنوعها وتباينها في المنطقة الممثلة على الخريطة وعلاقتها ببعضها البعض ومقارنة أحجامها ومناسبتها النسبية.
 - ٦ - التعرف على الظاهرات شبه السطحية مثل الجسور والأقواس الطبيعية.
- ويفضل قبل النظر استريوسكوبياً إلى زوجي الخريطة الكنتورية موضع الدراسة، دراسة الخريطة الكنتورية البلانيمترية أى المستوية دراسة عامة سريعة وملاحظة مناسبتها، حيث أن أزواج الصور للخريطة الكنتورية المراد رؤيتها مجسمة ليس ضرورياً أن يكون مسجل عليها عنصر المنسوب (شكل ٧٦).



نوع من خريطة كنفورية استريوسكوبية مطبوعة بلون واحد ، ويكن رؤيتها بحجمه بالاستريوسكوب
شكل (٧٦)

الفصل السادس

تظليل التضاريس

من الخريطة الكنتورية

- القواعد الأساسية في التظليل.
- نظرية التظليل.
- أساليب إنشاء التظليل في خرائط التضاريس.
- أولاً: الأسلوب الفوتوغرافى باستخدام النماذج الأرضية.
- ثانياً: أسلوب التظليل من الصور الجوية.
- ثالثاً: أسلوب التظليل اليدوى.
- رابعاً: التظليل باستخدام الحاسبات الألكترونية.

الفصل السادس

تظليل التضاريس من الخريطة الكنتورية

تهتم الدراسات الخرائطية عند تمثيل التضاريس على الخرائط بإظهار ثلاثة عناصر هي : تمثيل الأشكال الجيومورفولوجية لسطح الأرض ، وتمثيل المنحدرات من حيث إتجاهاتها وتغيرات درجة الإنحدار، وإظهار المنسوب المطلق والنسبي بهدف مقارنة الوحدات التضاريسية بعضها ببعض.

وتعتبر طريقة الهاشور وطريقة خطوط الكنتور أكثر الأساليب شيوعاً في تمثيل التضاريس، إلا أنه طرأت طريقة التظليل Hill Shading من الخريطة الكنتورية ومن الصور الجوية كطريقة جديدة للتعرف على العناصر المختلفة للتضاريس. ولكن يعيب هذه الطريقة أنها لا تبين المنسوب المطلق لسطح الأرض بالنسبة لمستوى سطح البحر. وقد شهدت طريقة التظليل تطورات هائلة الهدف منها إبراز عنصر الارتفاع باستخدام خطوط الكنتور مع التظليل بالطرق اليدوية أو باستخدام الحاسبات الألكترونية.

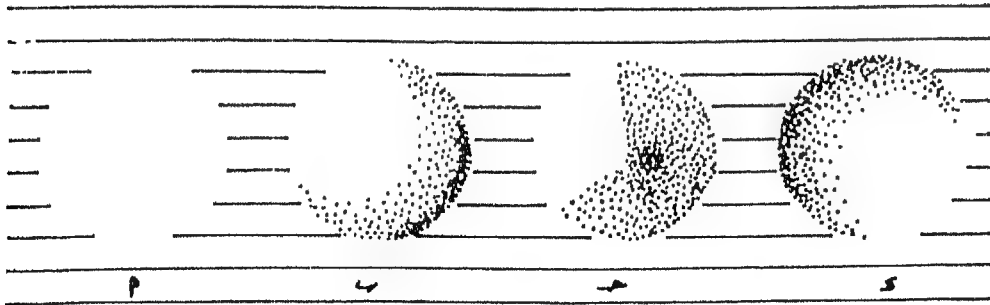
ويعنى تظليل التضاريس إبراز أشكال سطح الأرض عن طريق توزيع الظل والضوء في نمط مستمر ومتباين يتم بواسطته تحقيق التأثير البصرى للبعد الثالث للتضاريس الممثلة على الخريطة أو بمعنى آخر إنشاء نموذج تضاريسى يوحى بالتجسيم على لوحة مستوية. ويمكن توقيع نمط التظليل إما بمفرده على الخريطة أو تطبع تفاصيله على الخريطة الكنتورية.

القواعد الأساسية في التظليل :

يمكن معرفة تأثير الظلال على الإنطباع البصرى المتكون لدى قارئ الخريطة بمقارنة الأشكال (أ ، ب ، ج ، د) بعضها ببعض في (شكل ٧٧). وقد استخدم في هذه الأشكال دائرة أى سطح مستوى يبعدين فقط، وظللت بأنماط مختلفة. وقد تحولت الدائرة في الشكل ب بعد التظليل إلى نصف كرة تبدو مستقرة على سطح مستو ، بينما تحولت في الشكل جـ إلى مخروط، أما في

الشكل د فقد تحولت إلى منخفض نصف كروي. ويمكن تفسير هذه الأشكال في أن العين تقدر على رؤية الجسم بأبعاده الثلاثة عند تعرضه للضوء، وكلما ابتعدت جوانب وأجزاء الجسم عن مصدر الضوء تصبح في الظل، مما يساعد العين على تمييز الأشكال الهندسية البسيطة وإدراكها بسهولة، كتمييز نصف الكرة عن المخروط.

ويتضح من التجارب التي أجريت على نماذج تضاريس مختلفة أن أفضل تأثير بصري في التظليل يتحقق عندما يكون مصدر الضوء في الجهة اليسرى العلوية حيث يتركز الظل باتجاه العين، أما إذا كان مصدر الضوء في الجهة اليمنى السفلية فإنه يؤدي إلى حدوث إنقلاب في التضاريس حيث تظهر المنخفضات على هيئة مرتفعات والعكس صحيح، بل أحياناً تجد العين صعوبة في التمييز بين شكل وآخر. يتضح ذلك إذا ما نظر إلى الصورة الجوية من أى اتجاه آخر غير الاتجاه الصحيح. ويبدو من الصعب تفسير أثر إنقلاب التضاريس بطريقة مقنعة، إذ يبدو أن العين تتكيف مع الضوء من أعلى ومن ثم الظلال من أسفل. وبناء عليه فإن الظلال التي تبدو باتجاه صاعد تعتبر ظاهرة غير طبيعية، ولذلك تواجه العين صعوبة في تمييز الأشكال التضاريسية، وبالتالي يحدث الإنقلاب التضاريسي كخداع بصري.



شكل (٧٧)

نظرية التظليل :

يقوم نظام التظليل من الناحية النظرية على فروض أساسية هي :

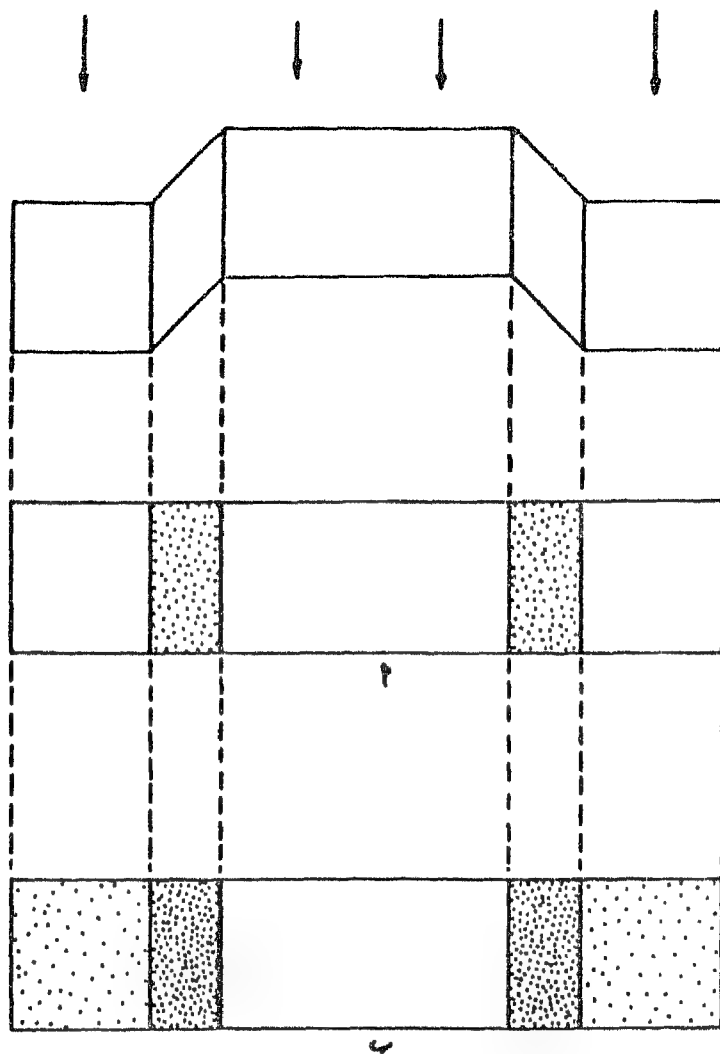
١ - وجود مصدر ضوئي إما من وضع رأسى أو من وضع مائل بالنسبة للنموذج التضاريسى ذى الأبعاد الثلاثة، إذ ينتج عن ذلك تباين فى كثافة الضوء الساقط على الأجزاء المستوية والأجزاء المنحدرة من النموذج. ويحدد عنصر الاتجاه الذى يأتى منه الضوء مقدار التباين فى الضوء والظل وتوزيعه. فإذا كان مصدر الضوء من وضع رأسى فإن الأجزاء المستوية مثل أسطح الهضاب وبطون الأودية وأسطح السهول وقمم الجبال المتأكلة تتلقى أكبر كمية من الضوء، بينما تتلقى الأجزاء المنحدرة كمية من الضوء تقل بإزدياد درجة الانحدار حتى تتلقى المنحدرات الرأسية أدنى كمية من الضوء فتبدو قائمة جداً أو سوداء، وبمعنى آخر كلما إزدادت درجة الانحدار كلما زاد مقدار الظل عليها. أما إذا كان مصدر الضوء فى وضع مائل بالنسبة للنموذج التضاريسى بحيث يكون فى الركن الأسرى العلوى فتكون النتيجة تركيز الضوء على المنحدرات والسفوح المقابلة أى السفوح الشمالية : ربية والغربية بينما يتركز الظل فى السفوح والمنحدرات الشرقية والجنوبية الشرقية.

٢ - يقوم الفرض الثانى على مفهوم المنظور الجوى Aerial Prespective الذى يأخذ بعين الإعتبار تأثير عامل البعد عن عين الراصد. إذ كلما كان الجسم بعيداً عن عين الراصد كلما قل مقدار التباين بين الضوء والظل، وكلما قل التباين بين الألوان، حتى يصل الجسم إلى مسافة معينة من عين الراصد فيختفى التباين كلياً. ويرجع السبب فى ذلك إلى أن التباين فى الألوان يتضاءل تدريجياً نتيجة لطغيان السحنة الرمادية المائلة إلى الزرقة، وبمعنى آخر كلما كان الجسم بعيداً كلما اتخذ لوناً قائماً. وتطبق هذا المبدأ فى عملية تظليل التضاريس، نجد أنه عند النظر إلى التضاريس من أعلى تكون قمم المرتفعات أقرب إلى العين، وبالتالي تأخذ لوناً فاتحاً أو باهتاً، بينما تأخذ بطون الأودية لوناً قائماً بسبب بعدها

عن عين الراصد. وبين هذين الطرفين - اللون الفاتح واللون الداكن - يتوزع اللون من حيث التركيز بدرجات تتناسب مع البعد عن القمم. وتقوم عملية تظليل التضاريس على الربط بين مفهوم الإضاءة - الرأسية أو المائلة - ومفهوم المنظور الجوى لإبراز البعد الثالث للتضاريس، بالإضافة إلى استخدام خطوط الكنتور مع التظليل لتوضيح عنصر المنسوب عن متوسط سطح البحر. ويمكن توضيح العلاقة بين مفهوم الإضاءة ومفهوم المنظور الجوى على النحو التالى :

أ - المنظور الجوى والإضاءة من وضع رأسى : عند تعريض النموذج التضاريسى للإضاءة من وضع رأسى فإن الأسطح المستوية تتلقى كمية من الضوء أكبر من المنحدرات والسفوح، وكلما ازدادت درجة إنحدار المنحدرات كلما قلت كمية الضوء الساقطة عليها، وبمعنى آخر يزداد الظل. ويوضح ذلك المثال التالى :

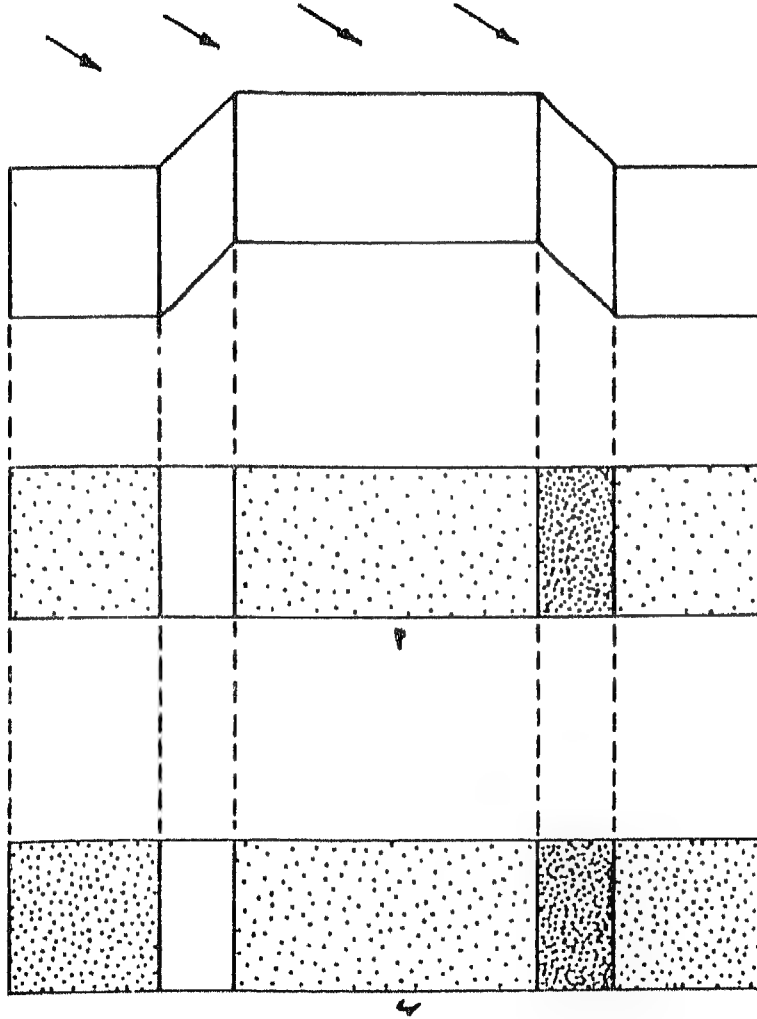
إذا أخذ شكلاً هندسياً بسيطاً يمثل جزء من هضبة مستوية السطح ترتفع فوق سطح سهلى مستوى أيضاً (شكل ٧٨)، فعند إسقاط الضوء عليه من وضع رأسى فإن الأسطح المستوية أ، ب تتلقى كميات كبيرة من الضوء بالمقارنة مع المنحدرات الجانبية للهضبة التى تظهر عليها الظلال. ومع إزدياد إنحدار السفوح الجانبية تزداد الظلال تركيزاً مما يحقق الحد الأدنى من خصائص البعد الثالث للتضاريس (شكل ٧٨ أ). ويمكن إدخال عنصر المنظور الجوى على هذا النموذج الهضبى الهندسى، فنظراً لأن السطح السهلى فى موضع أبعد من السطح الهضبى بالنسبة لمصدر الضوء، فإن السطح السهلى يتلقى كمية أقل من الضوء من السطح الهضبى، أى أن السطح السهلى أكثر ظلالاً بينما السطح الهضبى أكثر إضاءة. وإذا كان السطح الهضبى أقرب إلى عين الراصد من السطح السهلى فمن الطبيعى أن يكون أكثر إضاءة منه. وهذا بالطبع يحقق نفس نتائج النظر للأشياء فى المستوى الأفقى، حيث تظهر فيها الأجسام القريبة واضحة تماماً ومضاءة، بينما تخف كمية الإضاءة تدريجياً بالإبتعاد عن عين الراصد. وهنا يظهر تأثير التظليل فى إبراز البعد الثالث للتضاريس (شكل ٧٨ ب).



شكل (٧٨)

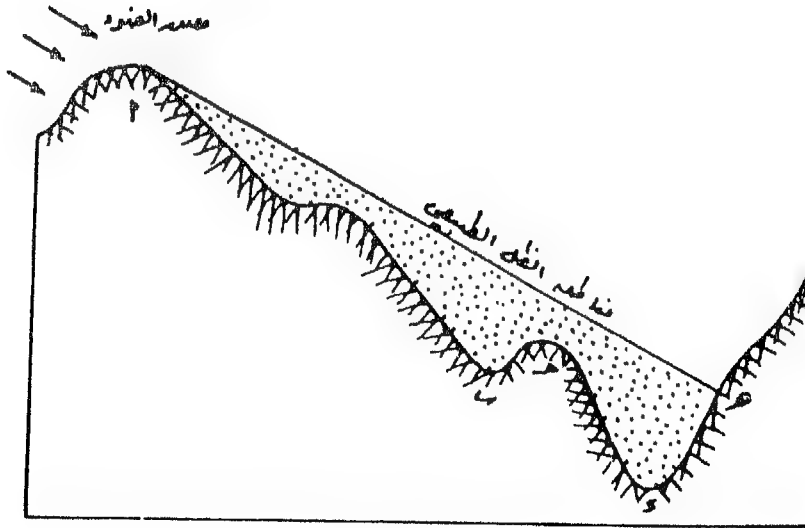
ب - المنظور الجوى والإضاءة من وضع مائل : إذا تعرض النموذج الهضبي الهندسي السابق لمصدر ضوئي من الجانب الأيسر العلوى بحيث يسقط الضوء عليه بزاوية قدرها 45° ، فإن الأسطح المستوية تتحول إلى أسطح مائلة ، بينما تصبح الأسطح المواجهة لمصدر الضوء أكثر سطوعاً وإضاءة (شكل ٧٩). ويستدعى ذلك تظليل السفوح التي تقع في الجهة العكسية من جهة مصدر الضوء وصرف النظر

من الأسطح المستوية. ويتضح من هذه العملية أن التأثير البصرى للبعد الثالث يكون أكثر وضوحاً، لذا فإن أسلوب التظليل المبني على الإضاءة من ضوء مائل هو الشائع فى تظليل التضاريس. ويربط مفهوم المنظور الجوى بالإضاءة المائلة، نجد أن هذه الطريقة تعطى أفضل إنطباع بصرى للتضاريس فى أبعادها الثلاثة (شكل ٧٩ ب)، إلا أنه يصعب إستخدامها من الناحية العملية فى حالة الأرضى



شكل (٧٩)

شديدة التضرس. فيلاحظ وجود إختلافات بين التظليل بالمعنى الخرائطي والظل الحقيقي True Shadow ، إذ نجد في حالة الظل الحقيقي أن الجسم الذي يرتفع عن الأجسام المحيطة به يحجب الضوء عن الأجسام البعيدة عن مصدر الضوء وبالتالي نشر الظل عليها (شكل ٨٠). فالمنطقة الواقعة في الظل هي التي تمتد من النقطة أ إلى النقطة هـ وعلى الرغم من أن السطح ب جـ يواجه مصدر الضوء إلا أنه يقع في الظل تماماً، كما يمتد ظل المرتفع أ صاعداً على المنحدر د هـ، وعلى ذلك عند تظليل المنحدرات الممثلة في (شكل ٨٠) تظليلاً طبيعياً فإن الأشكال التضاريسية الناتجة ب ، جـ ، د سوف تختفي تماماً، وبالتالي يكون من الصعب تحديد السفوح السفلى للمرتفع الذي على إمتداد د هـ . ولكن عند تظليل المنحدرات بأسلوب التظليل الخرائطي الذي يمكن تسميته بالتظليل الصناعي فإن الظل سوف يتوقف عند النقطتين ب ، جـ بحيث يترك المنحدرات المقابلة لمصدر الضوء مثل ب جـ ، د هـ مضاءة، بينما تكون المنحدرات أ ب ، جـ د واقعة في الظل.



شكل (٨٠)

والخلاصة أن إستخدام التظليل الخرائطى (الصناعى) يساعد على إبراز المنحدرات أيا كان إتجاهاتها وتغيراتها، وهو أمر يصعب تحقيقه باستخدام فرضية الظل الطبيعى.

أساليب إنشاء التظليل فى خرائط التضاريس Shading Techniques :

أولاً : الأسلوب الفوتوغرافى باستخدام النماذج الأرضية:

تعتمد هذه الطريقة فى التظليل على صنع نموذج مصنوع من البلاستيك الأبيض عليه معلومات دقيقة عن المنطقة التى يمثلها كخطوط الكنتور ونقط المناسيب وخطوط التصريف المائى وذلك بمبالغة رأسية مناسبة، ثم يتم تعريض هذا النموذج لمصدر ضوئى مائل يقع فى الجانب الشمالى الغربى منه ثم تصويره فتكون النتيجة صورة عليها نمط ظلال مستمر تعطى إنطباعاً جيداً عن الأشكال التضاريسية بأبعادها الثلاثة. وعلى الرغم من سهولة هذا الأسلوب إلا أنه يؤخذ عليه المثالب التالية :

١ - أن الظل المتكون تبعاً لهذا الأسلوب هو ظل طبيعى، وقد ذكر سابقاً أن الظل الطبيعى غير مناسب لتوضيح التضاريس بأسطحها المستوية ومنحدراتها. وبالتالي إذا كانت هناك سلسلة مرتفعات تأخذ إتجهاً عمودياً على المصدر الضوئى فإنها تظهر بوضوح، أما إذا كانت تمتد فى موازاة الضوء فإن جميع أجزائها سوف تضاء بنفس النسبة مما يؤدى إلى إختفاء البعد الثالث وعدم وضوحها.

٢ - يصعب على الخرائطى إبراز الأشكال التضاريسية الرئيسية وإهمال الأشكال الثانوية. وينتج عن ذلك أن جميع المنحدرات سواء كانت كبيرة أم صغيرة سوف تظلل تبعاً لإتجاهاتها بالنسبة لمصدر الضوء، وبالتالي يصعب إبراز التغير فى درجة الإنحدار وتحديد نقط تغير الإنحدار Break of Slope على طول إمتداد المنحدرات.

٣ - يجب أن يكون النموذج الأرضى مصنوعاً بدقة متناهية وبين مناسيب التضاريس بمبالغة رأسية مناسبة، وإلا فإنه يصعب إضافة خطوط الكنتور أو شبكات التصريف المائى إلى الخريطة. وقد اقترح G. F. Jenks & F. C. Caspall عام ١٩٦٧ معادلة لتحديد المبالغة الرأسية المناسبة عند تمثيل أشكال سطح الأرض بأبعادها الثلاثة. ويستخدم فى المعادلة قيمة الفاصل الكنتورى الذى يعكس قيمة التضاريس المحلية، وهذه المعادلة هى :

$$\text{المبالغة الرأسية} = ٦,٨٧ - ٤,٨٢ \times \text{لو الفاصل الكنتورى (بالأقدام)}$$

وتنشأ النماذج الأرضية فى الهيئة المصرية العامة للمساحة عن طريق طبع الخريطة الطبوغرافية على لوح من البلاستيك الأبيض بما عليها من ظواهر طبيعية وبشرية، ثم يثبت هذا اللوح بحيث يلامس قمم نموذج من الجبس الأبيض يمثل تضاريس المنطقة الممثلة على الخريطة، ويوجه بدقة بحيث تنطبق المعالم الجغرافية على الخريطة الطبوغرافية على نظيرتها فى الجسم. ويتم تعريض لوحة البلاستيك وتحتها النموذج التضاريسى لمصدر ضوئى قوى ينتج عنه درجة حرارة تكفى لجعل لوحة البلاستيك فى حالة لدنة فتتزلق وتكسو جوانب النموذج وتنطبق عليه ثم تنزع من فوقه بعد تعريضها لتيار من الهواء البارد. وبذلك يتم الحصول على نموذج أرضى دقيق عليه كافة المعالم الجغرافية ومرسوم عليه خطوط الكنتور التى تبين مناسيب سطح الأرض وخطوط الهاشور التى تساعد على إبراز الأشكال التضاريسية محدودة المنسوب والامتداد.

ومهما كان الأمر فإنه يمكن التغلب على هذه المثالب أو التقليل منها باستخدام مصدر ضوئى آخر يأخذ وضعاً مناسباً لإبراز البعد الثالث فى النموذج بصورة جيدة. كما يمكن إدخال بعض التعديلات على الصورة الملتقطة للنموذج بإضافة رتوش معينة باليد. وتعتبر خرائط تظليل التضاريس التى تنتج بهذا الأسلوب من أكثر الخرائط شيوعاً لاسيما فى الأطالس والخرائط ذات مقياس الرسم الصغير.

ثانياً : أسلوب التظليل من الصور الجوية:

تستخدم الصور الجوية على نطاق واسع فى إنشاء خرائط تظليل التضاريس، لأنها تظهر التضاريس بأشكالها الحقيقية. وينشأ منها الخرائط الطبوغرافية والخرائط الكنتورية التى سوف يوقع عليها الظل. ومن الممكن إستخدام أزواج الصور الجوية التى تعطى الإحساس الأستريوسكوبى أى الإحساس بالتجسيم للتضاريس الأرضية فى عملية التظليل مباشرة، وبدون الرجوع إلى الخطوط الكنتورية لأخذ معلومات عن مناسيب أشكال سطح الأرض. وتعتبر هذه الطريقة عملية وسريعة إذا ما توفر غطاء كامل من الصور الجوية للمنطقة المراد تمثيلها بخريطة تظليل التضاريس. ويعيب هذه الطريقة أن الربط الأرضى Ground Control لا يكون دقيقاً عند القيام بالرسم الآلى باستخدام الأجهزة الفوتوجرامترية العادية. كما أن خرائط التضاريس التى تنتج بهذا الأسلوب تعتبر خرائط استطلاعية لاعطاء صورة عامة عن أنماط التضاريس بالمنطقة.

ويستخدم فى عملية الرسم اجهزة فوتوجرامترية متنوعة منها المتطور مثل PG2 Kern, Wild B85, Aviograph، ويمكن الحصول من هذه الأجهزة على نتائج طيبة إذا ما توخى الخرائطى الدقة فى عملية الربط الأرضى وعملية الرسم. وهناك أجهزة فوتوجرامترية بسيطة مثل جهاز I. T. C. Stereo الهولندى أو جهاز Radial Line Plotter الأمريكى، والجهاز الأخير سهل الاستعمال ومناسب لإنتاج خرائط التظليل العادية الأقل دقة. ويعمل هذا الجهاز بطريقة الخطوط الاشعاعية، إذ بعد وضع زوج الصور الجوية وضبطها على الجهاز يمكن رؤية المجسم الفوتوغرافى لسطح الأرض، ويمكن عندئذ رسم الإطار العام للتظليل كأن توقع أولاً الحافات والضلع الجبلية والأسطح الهضبية وبطون الأودية، وبعدها توقع التفاصيل الأخرى بالظلال المطلوب.

هذا وتعتبر الأساليب الفوتوجرامترية من أسرع وأسهل الوسائل فى إنتاج خرائط تظليل التضاريس، ولكن يجب القول أن المعلومات البلانيمترية التى يمكن

حسابها من الخريطة المنتجة غير دقيقة، ولذلك - كما ذكر سابقاً لا تصلح مثل تلك الخرائط إلا فى الدراسات العامة والاستطلاعية.

ثالثاً : اسلوب التظليل اليدوى:

يتم التظليل فى هذه الطريقة إما بالرسم أو التلوين اليدوى وذلك بوضع لوحة شفافة من الكلك أو البلاستيك أو نصف شفافة من القماش الشفاف Tracing Cloth فوق الخريطة الكنتورية حيث تستخدم خطوط الكنتور كدليل مساعد فى عملية التظليل التى تتم بالقلم الرصاص. ومن مميزات التظليل اليدوى المرونة فى العمل، إذ يستطيع الخرائطى أن يكشف من الظل الموقع على الخريطة أو يخففه حتى يتحقق أمثل إنطباع عن التضاريس. ومن عيوب طريقة التظليل اليدوى أنها ذات تكلفة عالية وتحتاج إلى وقت طويل ومهارة فائقة. ويتحتم على الخرائطى أن يكون ملماً بالمنطقة المراد تمثيلها إلاماً جيداً فى الطبيعة، كما يجب أن يكون على معرفة جيدة وواعية بعلم الجيومورفولوجيا.

ومن المشاكل الفنية التى تواجه الخرائطى عند قيامه بالتظليل اليدوى هو صعوبة توقيع نمط تظليل مستمر بدون إنقطاع فى الأراضى المستوية الواسعة إذ يصعب عليه التركيز فى التظليل. ويمكن التغلب عليه هذه المشكلة بعدة وسائل منها:

١ - استخدام قلم أسود (رصاص أو فحم) وقلم آخر أبيض حيث تظلل السفوح الواقعة فى الظل والسفوح المضاءة على التوالى. وبعد الإنتهاء من هذه العملية توضح اللوحة الشفافة (الكلك) فوق لوحة رمادية اللون حتى تتوفر خلفية مستمرة من نمط الظلال. وتتميز هذه الطريقة بأنها تبين التغيرات المورفوجرافية فى المنحدرات.

٢ - يمكن استخدام لوحة من البلاستيك يطلى سطحها بطبقة من اللون الرمادى

حيث تظلّل المنحدرات بالقلم الرصاص أو الفحم أى بزيادة درجة دكّانة (قتامة) اللون، بينما توضح الأراضي المستوية المضاء البيضاء إما بتركها بنفس لون الطبقة الرمادية أو بإزالة تلك الطبقة. وبعد الإنتهاء من هذه العملية توضع اللوحة على ورقة بيضاء مما يعطى تبايناً واضحاً بين الأجزاء المظللة والأجزاء المضاءة.

٣ - إستخدام طريقة رش الألوان عن طريق أنبوبة رش الألوان - وهى عبارة عن أنبوبة تحتوى على اللون المطلوب تحت ضغط هواء عالى نسبياً. ويرش اللون من فوهة الأنبوبة بالضغط عليها (تشبه أنبوبة رش المبيدات الحشرية) فينشأ نمط مستعر يتراوح بين الظل الخفيف والظل الداكن، وذلك بتكرار عملية الرش بمعدل ثابت. ويمكن تمييز الحدود بين أنماط الظل بالحفر وإزالة اللون من فوق لوحة البلاستيك ثم إضافة بعض الرتوش باليد لاستكمال التظليل.

وقد أدخل كل من Karmon و Amiran تعديلات على طريقة التظليل اليدوى بحيث تجمع بين إستخدام الألوان وخطوط الكنتور والإضاءة. وذلك بإعطاء خطوط الكنتور ألواناً مختلفة تعبر عن التسلسل الهيسوجرافى بدلاً من تلوين المساحات الواقعة بين خطوط الكنتور بألوان متدرجة أى ترك تلك المساحات بيضاء بدون تلوين ثم تملأ تلك المساحات بالظلال. وقد أعطت هذه الطريقة فى التظليل نتائج جيدة من حيث التأثير البصرى وتحقيق الإحساس بالبعد الثالث حتى فى حالة أشكال سطح الأرض الصغيرة. وقد طبقت تلك الطريقة فى تمثيل نماذج تضاريسية من الأراضي الجافة بنجاح.

وبصفة عامة فإن التظليل اليدوى يتميز بعدة فوائد :

١ - مرونة العمل من جهة، وإمكانية التحكم فى مصدر الضوء وتغيير موقعه حتى يتحقق الإنطباع البصرى المناسب بالنسبة للبعد الثالث.

- ٢ - يمكن التركيز على أشكال سطح الأرض الرئيسية لإبراز جيومورفولوجية السطح في المنطقة وتركيبها البنائي العام، وحذف التفاصيل غير المطلوبة.
- ٣ - لما كانت الخريطة الكنتورية هي الأساس الذي يتم عليه التظليل، فإنه يمكن توقيع التظليل بطريقة تتفق مع النمط الكنتوري للمنطقة المراد تمثيلها، كما يمكن إضافة أى تفاصيل أخرى تساعد على تحقيق الإحساس بالبعد الثالث.
- ٤ - يمكن زيادة وضوح البعد الثالث إذا ما اقترنت عملية التظليل بمفهوم المنظور الجوي، ولا يتحقق هذا إلا عن طريق الخرائطى الدارس لأسس المساحة الجوية (الفوتوجرامترية).

أما عن عيوب طريقة التظليل اليدوى فيمكن تلخيصها فيما يلى :

- ١ - تتطلب وقتاً طويلاً ومهارة فائقة لإنشاء خرائط دقيقة.
- ٢ - من الصعب السيطرة على التظليل وإتقان توزيعه إذا كانت الخريطة كبيرة، وبالتالي يصعب إنتاج نمط ظلال مستمر ومتناسق فى سلسلة من اللوحات الطبوغرافية يكمل بعضها البعض. كما يصعب تكرار درجة الظل ونمطه عند إعادة التظليل لإنتاج خريطة جديدة لنفس المنطقة.
- ٣ - نقص المعلومات المورفومترية الضرورية فى خرائط التظليل اليدوى.
- ٤ - عدم القدرة أحياناً على تمييز الأراضى المرتفعة عن الأراضى المنخفضة بسبب الخداع البصرى الذى يسببه المصدر الضوئى.
- ٥ - صعوبة تحديد أو حساب قيم أو نسب الإنحدار للمنحدرات.
- ٦ - يعتبر تصوير نموذج تضاريسى ذى ثلاثة أبعاد ماهو إلا نوع من الإسقاط المركزى ينطبع على الخريطة الكنتورية وهى مسقط أفقى للتضاريس، وينتج عن ذلك إزاحة بلانيمترية واضحة فى الأشكال التضاريسية.

٧ - تعتبر الصورة الفوتوغرافية للنموذج التضاريسي ماهى إلا نوع من التبسيط والتعميم، والخريطة الكنتورية نفسها لا تخلو من تعميمات عند إنشائها لذا فعند تطبيق طريقة التظليل اليدوى على الخريطة الكنتورية فإنها لا تمثل الواقع تماماً.

٨ - تعتمد الطريقة اليدوية فى إنشاء خرائط تظليل التضاريس إلى حد كبير على خيال وأفق الخرائطى وخلفيته العلمية الجيومورفولوجية وقدرته على تصور الأشكال الجيومورفولوجية فى بيئاتها التى تختلف عن البيئة المحلية التى يعيش فيها، وهذا يؤدى إلى زيادة التركيز فى أجزاء والتعميم فى أجزاء أخرى عن طريق توقيع كثافات متباعدة من الظل فى غير موقعها الطبىعى ولاتوافق مع شكلها الجيومورفولوجى.

رابعا : أسلوب التظليل باستخدام الحاسبات الألكترونية :

وضع المهندس الألمانى فيكل Wicchel عام ١٨٧٨ الأسس الرياضية للتظليل على أساس الضوء الساقط على عدد من النقاط ذات الكثافات المتماثلة بخطوط تساوى أطلق عليها اسم Isophotos ، ثم تظليل المساحات المحصورة بين خطوط التساوى بظلال متدرجة حسب كثافة الضوء الساقط، وقد وضع فيكل معادلة لحساب كثافة الضوء هى :

$$I = \cos e$$

$$\cos e = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b \cdot \cos c.$$

حيث I = كثافة الضوء

e = الزاوية المحصورة بين أشعة الضوء والإتجاه العمودى على المنحدر

a = الزاوية بين المستوى الرأسى والأشعة الضوئية

b = الزاوية بين الإتجاه العمودى على المنحدر والمستوى الرأسى.

c = زاوية الميل بين المنحدر المضاء والمستوى العمودى المتقاطع مع الأشعة الضوئية.

ويتضح من هذه المعادلة أن كثافة الضوء تعتمد على زاوية ميل السطح واتجاهه بالنسبة للمستوى الأفقى والمستوى العمودى خلال الأشعة الضوئية.

وقد بقيت معادلة فيكل بعيدة عن التطبيق نظراً لما تحتاجه من عمليات حسابية طويلة ومعقدة لحساب كثافة الضوء. إلا أنه بعد ظهور الحاسبات الألكترونية المتطورة تبنى يوثيلى Yoeli عام ١٩٦٧ هذه المعادلة لحساب كثافة الضوء، وإستخدم الحاسب الألكترونى الراسم Computer Plotter فى حساب كثافة الضوء وفى توقيع نتائجها على الخرائط فى هيئة ظلال تتفاوت فى عمقها بشكل يتناسب مع كثافة الضوء الساقط على السطح وشدة. ويمكن تلخيص طريقة يوثيلى فى تظليل التضاريس على النحو التالى :

١ - يقسم سطح الأرض المراد إنشاء خريطة تظليل تضاريسية له إلى عدد من العناصر الأرضية أو الأسطح الصغيرة.

٢ - حساب كثافة الضوء الساقط بأشعة متوازية على كل سطح صغير.

٣ - للحصول على تأثير بصرى مستمر يجب أن تكون العناصر الأرضية أى الأسطح الصغيرة صغيرة جداً بحيث تؤلف فى مجموعها موزيك. وقد حدد يوثيلى طول ضلع هذا السطح الصغير جداً بربع ملليمتر أى أن الستيمتر المربع الواحد يقسم على شكل شبكة Screen ويحتوى على ١٦٠٠ مربعاً صغيراً. وعلى ذلك فإن الخريطة التى تبلغ أبعادها ٥٠ × ٥٠ سم تحتوى على أربعة ملايين مربعاً صغيراً لكى تصبح خريطة تظليل تضاريسى بالحاسب الألكترونى.

وتتم صناعة خريطة تظليل التضاريس بهذا الأسلوب بالمرحل الثلاث التالية :

أ - مرحلة إعداد وتوفير البيانات اللازمة لحساب كثافة الضوء.

ب - مرحلة حساب كثافة الضوء.

ج - مرحلة التمثيل الخرائطي للبيانات الرقمية الناتجة من المرحلة السابقة.

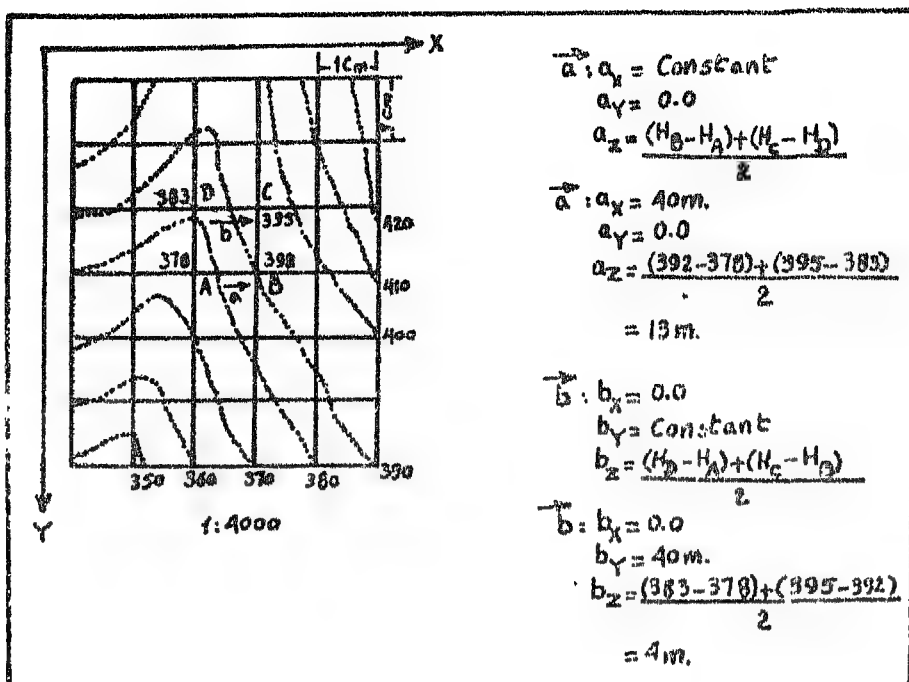
أ - مرحلة توفير البيانات اللازمة :

لحساب كثافة الضوء الساقط على السطح الصغير جداً الذى على شكل مربع طول ضلعه ربع ملليمتر، يجب إيجاد مركبات السطح فى المستويين الأفقى والرأسى. ولما كانت مساحة الأسطح الصغيرة وأضلاعها المحيطة متساوية وجوانبها موازية للمحورين السينى والصادى (X.Y) فى نظام الإحداثيات فإن مركبات X ومركبات Y تكون إما قيمة ثابتة أو صفر. أما الإحداثى الرأسى أى فى المستوى الرأسى (Z) فيمكن حسابه من متوسط مناسيب الأركان الأربعة لكل مربع (شكل ٨١). فإذا رمز للأركان الأربعة بالرموز A, B, C, D ومناسيبها AH, BH, CH, DH على التوالى :

$$h_z = \frac{(HD-HA) + (HC-HB)}{2} = \text{فإن مركبات Z}$$

$$a_z = \frac{(HB-HA) + (HC-HD)}{2} =$$

ويبين (شكل ٨١) طريقة حساب مركبات Z من الخريطة الكنتورية التى تبين أركان الأسطح الصغيرة.



شكل (٨١)

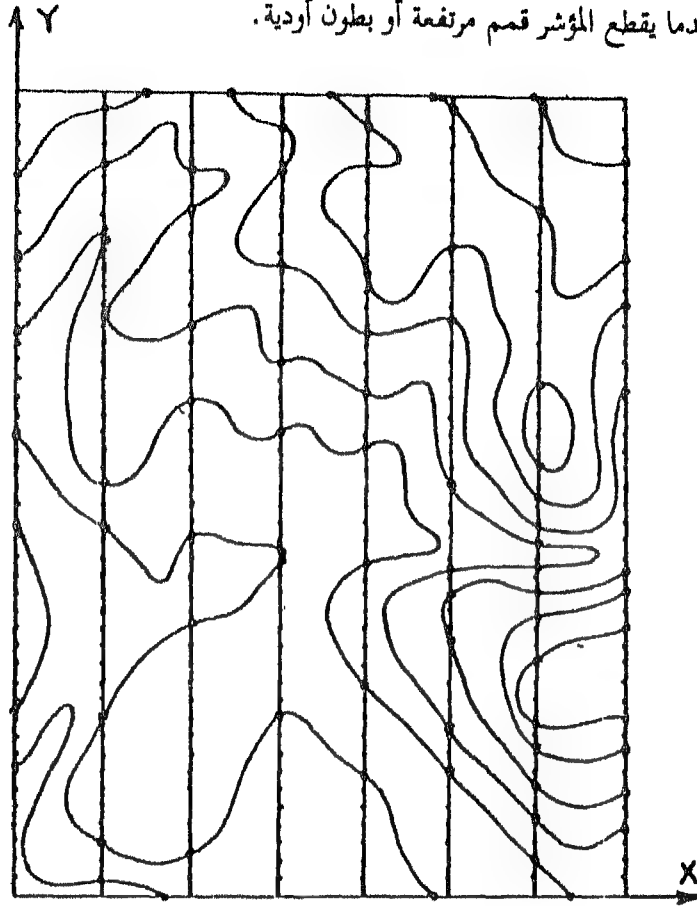
ويلاحظ أن العملية السابقة هي جزء من المرحلة الثانية، إلا أنه في المرحلة الأولى، يتم تقدير المناسيب المطلقة لأركان الأسطح الصغيرة من واقع خطوط الكنتور وفق خطوتين هما :

١ - قياس القطاعات.

٢ - حساب أركان الأسطح الصغيرة بطريقة حساب الإستكمال . Interpolation

الخطوة الأولى : قياس القطاعات : يقع في هذه الخطوة شبكة من خطوط القطاعات على الخريطة الكنتورية، حيث يتم قياس المسافات بين نقط تقاطع القطاعات مع خطوط الكنتور (شكل ٨٢)، وذلك بتمرير مؤشر (إبرة مرقم الحاسب الألكتروني Stylus) على طول القطاع بحيث يعطى المؤشر إشارة تسجيل

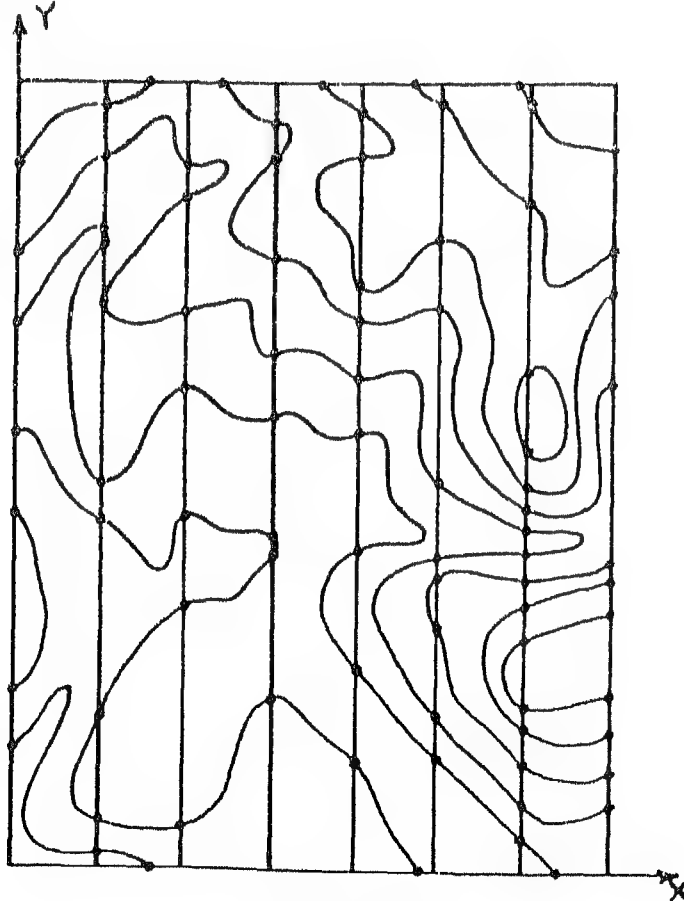
المسافة على شريط ممغنط أو مثقب. كما يتم في هذه الخطوة تحديد ما إذا كانت مناسيب الأسطح الصغيرة آخذة في الارتفاع أو في الانخفاض وذلك بإعطاء إشارة إضافية عندما يقطع المؤشر قمم مرتفعة أو بطون أودية.



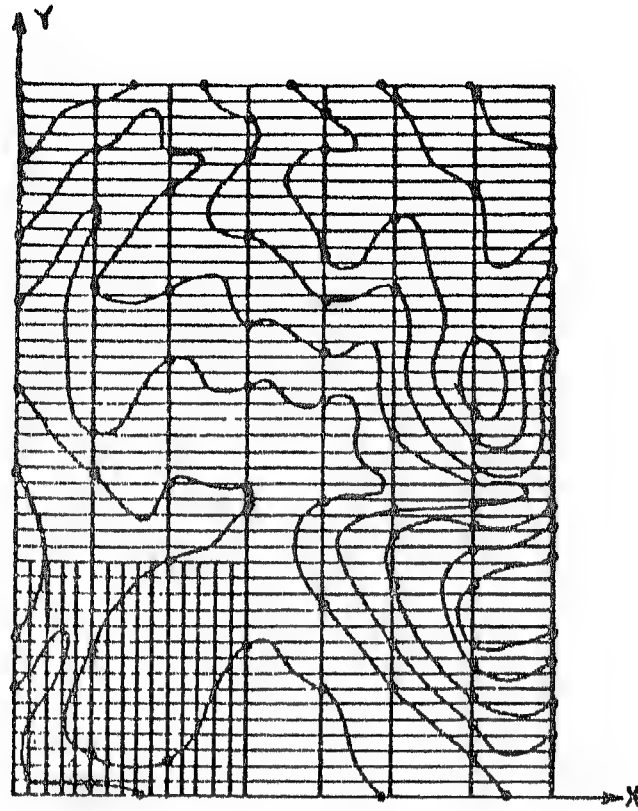
شكل (٨٢)

الخطوة الثانية : حساب مناسيب أركان السطح الصغير بطريقة حساب الإستكمال : على الرغم من أن النقط التي يحصل عليها من قياس القطاعات في الخطوة الأولى تتميز بالتوزيع غير المنتظم فوق الخريطة، إلا أن إحداثياتها X , Y , Z

تكون معروفة ومسجلة، إذ تعتبر هذه العملية في حد ذاتها إسقاط نظام إحداثي ذي ثلاثة أبعاد على الخريطة، بحيث يعطى أسطح صغيرة مربعة لا يزيد طول ضلع المربع عن ربع ملليمتر. ونظراً لكثرة أعداد تلك الأسطح تقاس مناسب أركانها باستخدام الحاسب الإلكتروني. ويتم إيجاد ارتفاع تلك الأركان باتجاه المحور X والمحور Y باستخدام حساب الإستكمال الخطي Linear Interpolation، وباستخدام نقط الإستكمال على طول القطاعات التي حددت في الخطوة السابقة (شكل ٨٣، وشكل ٨٤). بعد ذلك يتم الربط بين النقط المتعاقبة في مسورة



شكل (٨٣)



شكل (٨٤)

ثلاثية (أى كل ثلاث نقط مع بعضها البعض) بتطبيق نظام المعادلات متعددة الحدود من الدرجة الثانية Second-Degree Ploynomial، واستخدام معادلة لاجرانج فى حساب الإستكمال Lagrange's Interpolation، ويعقب ذلك عملية تقدير المشتق الأول First Derivative للنقطة الوسطى من النقاط الثلاث. وبعدها تبنى معادلة جديدة متعددة الحدود بطريقة الإستكمال لكل زوجين من النقط تبعاً لنظام Hermite من المعادلات متعددة الحدود، حيث تكون مشتقات المعادلة الأخيرة مساوية للمشتقات الناتجة عن متعدد حدود لاجرانج. وتكون النتيجة النهائية عبارة عن منحنى يعكس موفولوجية السطح بصورة طبق الأصل لما هو على الطبيعة حيث يمكن قراءة أى إرتفاع على المنحنى وعند أية مسافة.

وتتم عملية حساب الاستكمال من الناحية الرياضية التطبيقية كما يلي :

بفرض أن النقط A, B, C نقط متعاقبة على طول قطاع معين، وأن إحداثيات تلك النقط هي $(X_1, Z_1), (X_2, Z_2), (X_3, Z_3)$ على التوالي، فيكون متعدد لاجراخ من الدرجة الثانية هو :

$$g(x) = \frac{(X_1 - X_2)(X_1 - X_3)}{(X_1 - X_2)(X_1 - X_3)} Z_1 + \frac{(X - X_1)(X - X_3)}{(X_2 - X_1)(X_2 - X_3)} Z_2 + \frac{(X - X_1)(X - X_3)}{(X_3 - X_1)(X_3 - X_2)} Z_3$$

والمشتق الأول هو :

$$dg(x)/dx = \frac{2x - X_2 - X_3}{(X_1 - X_2)(X_1 - X_3)} Z_1 + \frac{2x - X_2 - X_3}{(X_2 - X_1)(X_2 - X_3)} Z_2 + \frac{(2X - X_1 - X_2)}{(X_3 - X_1)(X_3 - X_2)} Z_3$$

وإذا كان المشتق يعادل D_1 عندما تكون $X = X_1$

$X = X_2$ عندما تكون D_2 ،

فإن متعدد حدود هرايت من الدرجة الثالثة الذى قيمة ومشتقاته عند النقط A, B هي : D_2, D_1, Z_2, Z_1 على التوالي هو :

$$f(x) \left[\frac{X - X_2}{X_1 - X_2} \right] \left\{ \left[Z_1 + (X - X_1) \right] \left[D_1 - \frac{2Z_1}{X_1 - X_2} \right] \right\} +$$

$$\left[\frac{X - X_1}{X_1 - X_2} \right] \left\{ \left[Z_2 + (X - X_2) \right] \left[D_2 + \frac{2Z_2}{X_1 - X_2} \right] \right\}$$

ويعطى متعدد الحدود السابق مركبات Z كدوال لقيم X عند أية مسافة مختارة. وكما أوضح يوثيلي فإن تلك المسافات لا تزيد عن ربع ملليمتر، إذ كلما كانت أبعاد السطح الصغير صغيرة، كلما كان تأثير الظلال مستمراً غير متقطعاً.

ب - مرحلة حساب كثافة الضوء :

بعد إيجاد ارتفاعات أركان السطح الصغيرة بحساب الإستكمال يتم تخزينها على شريط ممغنت، ثم يطلب البرنامج الذى يحسب كثافة الضوء على أساس المعادلة التالية :

$$\text{Cos } e = \frac{S_x (a_y b_z - a_z b_y) + S_y (a_z b_x - a_x b_z) + S_z (a_x b_y - a_y b_x)}{\sqrt{(a_y b_z - a_z b_y)^2 + (a_z b_x - a_x b_z)^2 + (a_x b_y - a_y b_x)^2}}$$

حيث تمثل مركبات إتجاه الضوء S_x , S_y , S_z العناصر المختارة تبعاً لهذا الغرض.


































ج - مرحلة التمثيل الخرائطى :

وضع يوثيلي العلاقة بين كثافة الضوء والكثافة البيانية فى المعادلة التالية :

$$D = \log \frac{1}{I} = \log \frac{1}{\text{Cos } e}$$

ونظراً للطاقة المحدودة لإستيعاب الفرد بالنظر إلى الخريطة والقدرة على تمييز

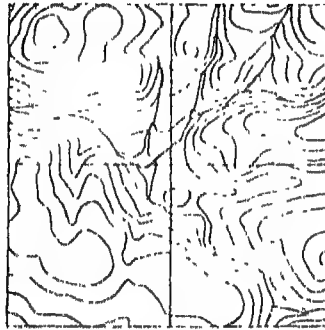
أنماط محدودة من الظل، إستخدم يوثيلي أنماطاً محدودة من الظل تقدر بعشرين نمطاً بدلاً من جميع الأنماط. وقد تم برمجة الحاسب الألكتروني بحيث يقرب نتائج كثافات الضوء إلى أقرب رقم هو $\frac{1}{20}$ ، وبحيث يقوم بعدها بإعطاء كل سطح نمطاً من الظل أى يختاره من العشرين نمطاً بناء على كثافة الضوء الساقط عليه. وقد صمم يوثيلي نظاماً برموز خاصة يحول قيم $\cos e$ أو كثافة الضوء إلى أنماط ظل فوتوغرافية يستخدمها طابعة الحاسب الألكتروني من نوع I.B.M. Printer بحيث يمكن إعادة الطبع من نفس النمط ثلاث مرات للحصول على التركيز المناسب للظل. ويبين (شكل ٨٥) نظام الرموز المستخدم وهو عبارة عن جدول يبين الحقل الأول قيم $\cos e$ والحقل الثانى والثالث والرابع يشتمل على الرموز التصويرية والأبجدية المستخدمة فى مرات الطبع الثالث. أما الحقل الخامس فيبين الكثافات النهائية.

قيم $\cos e$	مرات الطبع			الكثافة النائية
	الأولى	الثانية	الثالثة	
1.00				0.00
0.95				0.02
0.90				0.06
0.85				0.07
0.80				0.10
0.75				0.12
0.70				0.15
0.65				0.19
0.60				0.22
0.55				0.26
0.50				0.30
0.45				0.35
0.40				0.40
0.35				0.46
0.30				0.52
0.25				0.60
0.20				0.70
0.15				0.82
0.10				1.00

شكل (٨٥)

وقد نجحت طريق يوثيلي في تزويد خريطة تظليل التضاريس ببيانات مورفومترية عن أشكال سطح الأرض كمحاولة لتلافي أوجه القصور التي تعاني منها خرائط التظليل اليدوي ولا سيما فيما يتعلق بنقص البيانات المورفومترية عن أشكال السطح (شكل ٦٠) كما نجح يوثيلي في تقديم حلولاً رياضية لمشكلة خرائطية. ويمكن أن يتطور هذا النظام ويعمم بالتدرج في أقسام الجغرافيا التي تهتم بالدراسات الخرائطية كتنخيص مساعد بشرط توفر الإمكانيات المادية والإستعداد العلمي للطلاب.

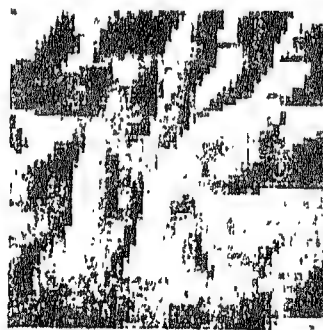
(١)



(جـ)



(ب)



شكل (٨٦)

نتائج التظليل بالحاسب الألكتروني لخريطة كنتورية بطريقة يوثيلي.
مصدر الضوء من الركن الشمالي الغربي ويسقط بزاوية قدرها ٤٥°

الفصل السابع

التحليل المورفومتري لأحواض التصريف المائى السطحي من الخريطة الكنتورية

- مورفولوجية حوض التصريف النهري.
- قياسات خصائص الشبكة المائية.
- قياسات الخصائص المساحية والشكلية.
- قياسات الخصائص التضاريسية.

الفصل السابع

التحليل المورفومتري لأحواض التصريف المائى السطحي من الخريطة الكنتورية

تعتبر الخريطة الكنتورية أهم وسيلة من وسائل الدراسة الجيومورفولوجية المكتبية. كما تحتل مركز الصدارة فى الأدوات التى يستخدمها الجيومورفولوجى فى دراسته الميدانية. وتتوقف فائدة الخريطة الكنتورية فى هذه الدراسة على أمور عديدة يأتى فى مقدمتها مقدرة الدارس وخبرته ودرايته العلمية فى ممارسة العمل بالخريطة الكنتورية من ناحية والعمل الجيومورفولوجى فى الحقل من ناحية أخرى، ثم يأتى بعد ذلك طبيعة مقياس الرسم وما يتبعه من وفرة التفاصيل، ومقدار الفترة الكنتورية ودورها فى إظهار الأشكال الجيومورفولوجية بشكل مرضى من حيث التفصيلات.

ولقد أصبحت الصور الجوية والمرئيات الفضائية فى الوقت الحاضر من الأدوات التى تستعمل على نطاق واسع لدى دراسى الجيومورفولوجيا، إلا أنه يعيبهما عدم قدرتهما على التعبير الكمي مباشرة عن الخصائص المختلفة للظواهر الجيومورفولوجية مثل الإمتداد أو المساحة أو المنسوب، إلا بعد التزود بخبرات عديدة لتحويل تلك الصور إلى خريطة كنتورية، وحتى فى مثل هذه الصور الجوية تتحدد قيمة الاستفادة منها بقدرة وطاقة الجهاز المستخدم.

ويستطيع المتبحر فى قراءة الخرائط الكنتورية التعرف على أشكال سطح الأرض المختلفة، وتحديد أصل نشأتها بصفة مبدئية. ولكن ينبغى القول أن الخريطة الكنتورية خريطة وصفية بالدرجة الأولى وليست خريطة أصولية. بمعنى أنه يمكن التعرف على الظاهرة الجيومورفولوجية حسب هيئة خطوط الكنتور التى تدل عليها، ولكن لا يمكن تحديد عامل النشأة تحديداً قاطعاً. وإذا كان من المعروف فى

الدراسات الجيومورفولوجية قاعدة « أن كثير من الظواهر الجيومورفولوجية تتشابه في شكلها الخارجى ولكنها تختلف فى أصل نشأتها » ، فإن هذه القاعدة تنطبق حرفياً على الخريطة الكنتورية. ولذلك يجب عند قراءتها إستعمال عبارات وصفية والإبتعاد قدر الإمكان عن العبارات الأصولية، وإن استعملت فبحرص كبير وبعد إستقراء شواهد عديدة من أجزاء مختلفة من الخريطة. فليست كل مصطبة Terrace على جانبي الوادى كما تدل عليها خطوط الكنتور مصطبة نهريّة River Terrace ، وليس كل مسقط مائى Water Fall على المجرى النهري كما تبينه خطوط الكنتور نقطة تجديد Rejuvenational Kinck Point على سبيل المثال.

وقد تقدمت منذ أوائل الخمسينيات من هذا القرن طرق الإستفادة من الخرائط الكنتورية فى الدراسات الجيومورفولوجية، خاصة فيما يتعلق بدراسة أحواض التصريف. المائى على يد شتريلر A. N. Strahler الذى حاول الإستفادة من دراسات بعض من غير الجيومورفولوجيين وفى مقدمتهم الهيدرولوجى هورتون R. E. Horton الذى كتب بحثاً قيماً فى التصريف النهري عام ١٩٤٥ ، وضع فيه أسس التحليل المورفومتري لشبكات الأحواض النهريّة. ومنذ أن ازدهرت دراسات شتريلر A. Strahler فى الولايات المتحدة الأمريكية ومن بعده تشورلى R. J. Chorley فى بريطانيا زاد التركيز على إستخدام الطرق الكمية فى دراسة مورفولوجية الأحواض النهريّة. وتعتمد هذه الطرق الكمية على مبادئ الحساب والإحصاء بصفة رئيسية، وقد تتضمن مبادئ التفاضل والتكامل والجبر والهندسة التحليلية. وبطبيعة الحال فإن هذه العمليات الرياضية تقوم فى الأصل على قيم عديدة، تلك القيم تأتى من الخريطة الكنتورية.

يستعمل تعبير التحليل المورفومتري للدلالة على القياسات والخواص الهندسية لسطح الأرض التى تلعب عليه الأنهار ونظمها المختلفة دورها فى تشكيله. وتعتمد هذه الدراسة المورفومترية على تحليل الخريطة الكنتورية وذلك عن طريق القياسات

التي يمكن بها دعم الوصف اللفظي للظواهر الجيومورفولوجية بحقائق رقمية. وتتحدد تلك القياسات في نوعين :

١ - قياس الأبعاد : وأولها قياس البعد البسيط أى الطول مثل طول المجرى المائي أو طول محيط حوض الوادى. وكذلك قياس البعد الرأسى أى المنسوب للظاهرة الجيومورفولوجية، وأخيراً الأبعاد المركبة وهى نتيجة مربعات الأطوال المقاسة كى تعطى المساحة والشكل.

٢ - قياسات غير محددة بأبعاد. وهى إما زوايا تحدد درجة إنحداء المجرى المائية، وزوايا إتصال الروافد بالمجرى الرئيسية، وإما أن تكون نسب تستخرج من إيجاد علاقات بين القياسات السابقة كنسبة أطوال المجرى بحوض ما إلى مساحته أو نسبة عدد المجرى به إلى طول محيطه. وتعالج هذه الحصيلة الرقمية بالأساليب الإحصائية المختلفة، وتعرض نتائجها فى رسوم وأشكال بيانية.

مورفولوجية حوض التصريف النهري:

حوض التصريف النهري عبارة عن نظام System مورفولوجى تحكمه وتضبط خواصه الهندسية قوانين ذات علاقات وظيفية متبادلة. ولا يمكن تعيين طبيعة تلك العلاقات إلا بعد دراسة العناصر المختلفة للحوض التى يمكن قياسها من الخريطة الكنتورية. وتنحصر تلك القياسات فى :

- ١ - قياسات خطية تتعلق بشبكة التصريف المائى، وتتحدد خواص تلك الشبكة بواسطة أعداد وأطوال يتم ترتيبها فى مجموعات.
- ٢ - قياسات تتعلق بالخواص المساحية لحوض التصريف وتتضمن مساحة الحوض وشكله.
- ٢ - قياسات تتعلق بالخواص التضاريسية لحوض التصريف وتشير تلك الخواص إلى البعد الثالث للحوض وتتضمن نسبة التضرس وقيمة الوعورة والمعاملات الهيسومترية.

أولاً : قياسات خصائص الشبكة المائية :

١ - رتب المجارى المائية وعددها : يمكن عن طريق الخريطة الكنتورية الموضح عليها المجارى المائية التى تشكل فيما بينها حوض تصريف مائى تقسيم تلك المجارى إلى رتب تصاعدية فى أرقام متتابة. ويقوم هذا التقسيم فى نظام متكامل هرمى ، فكل جدول صغير يتصل بأخر أو يدخل إلى مجرى أكبر وهذا بدوره يتصل أو يتحد مع غيره مكوناً روافد أكبر تتجمع فى مجار أكبر فأكبر وهكذا ليؤلف الجميع شبكة من القنوات تكون حوض تصريف مائى كبير. وتسمى ذلك يمكن تقسيم شبكة المجارى المائية إلى رتب Orders متدرجة وتميز كل رتبة برمز مختلف.

وتبعاً لطريقة شتريلر فى تصنيف وترتيب المجارى ، فإن رتبة المجرى تتحدد على أساس أن أى مجرى مائى لا ينتهى إليه مجرى مائى آخر يعتبر رتبة أولى First Order ، وعندما يلتقى مجريان من الرتبة الأولى يتكون من الالتقاء هاتهما مجرى من الرتبة الثانية Second Order ، وبانحدار هذا المجرى صوب مستوى القاعدة يلتقى بمجرى آخر من نفس الرتبة ، وبالتقاء هاتهما ينتج مجرى من الرتبة الثالثة Third Order ، وهكذا الرابعة والخامسة... إلخ. ، حتى يحمل المجرى الرئيسى بالحوض أعلى رتبة. هذا مع العلم بأن روافد الرتب المختلف بدءاً من الرتبة الثانية قد تتلقى روافد من رتب أدنى. ويبين (شكل ٨٧) والجدول الملحق به رتب مجارى حوض وادى الدومى وهو أحد الأودية الجافة التى تنتهى إلى الجانب الشرقى لنهر النيل إلى الشمال من مدينة إدفو بمحافظة أسوان، وكذلك أعداد المجارى فى كل رتبة، ويلاحظ أن هذا الحوض من الرتبة الخامسة.

وهناك طريقة أخرى لتصنيف وترتيب المجارى هرمياً داخل حوض التصريف، تعرف بطريقة شريف R. L. Shreve ، وتقوم على أساس أن كل مجرى لا يرفد عليه مجرى آخر يعتبر مجرى من الرتبة الأولى ، وكلما التقى



شكل (٨٧)

الرتبة	عدد المجاري	نسبة التشعب	مجموع أعداد المجاري لكل رتبتين متتاليتين	نسبة التشعب المرجحة	متوسط الطول كم /	متوسط الطول التجميعي كم /	نسبة الطول	متوسط المساحة كم ^٢
١	٢٦٠	٣,٩٣	٣٢٦	١٢٨١,١٨	٠,٦	٠,٦	٣,٢	٠,٢
٢	٦٦	٤,١٦	٨٢	٣٤١,١٢	١,٣	١,٩	٢,٣	٠,٤
٣	١٦	٤,٠٠	٢٠	٨٠,٠٠	٢,٥	٤,٤	١,٧	١,١
٤	٤	٤,٠٠	٥	٢٠,٠٠	٣,٠	٧,٤	٢,٠	١,٣
٥	١				٧,٤	١٤,٨		٣,٦
	٣٤٧		٤٣٣	١٧٢٢,٣٠				

تابع شكل (٨٧)

رافدان أو أكثر فإن رتبة المجرى الناتج هي مجموع رتب الروافد التي التقت معاً. فعندما يلتقي مجريان من الرتبة الأولى يتكون من نقطة إتصالهما مجرى من الرتبة الثانية ($٢ = ١ + ١$)، وباتجاه هذا المجرى نحو مستوى القاعدة قد يتصل به مجرى من الرتبة الأولى فيتكون من نقطة إتصالهما مجرى من الرتبة الثالثة ($٣ = ١ + ٢$)، وقد يتصل به بعد ذلك مجرى آخر من الرتبة الأولى فيتكون من نقطة إتصالهما مجرى من الرتبة الرابعة ($٤ = ١ + ٣$) الذي قد يتصل به مجرى من الرتبة الثانية فيتكون مجرى من الرتبة السادسة ($٦ = ٢ + ٤$) الذي قد يتصل به مجرى من الرتبة الخامسة فيتكون من نقطة إتصالهما مجرى من الرتبة الحادية عشر ($١١ = ٥ + ٦$)، وهكذا عندما يتصل

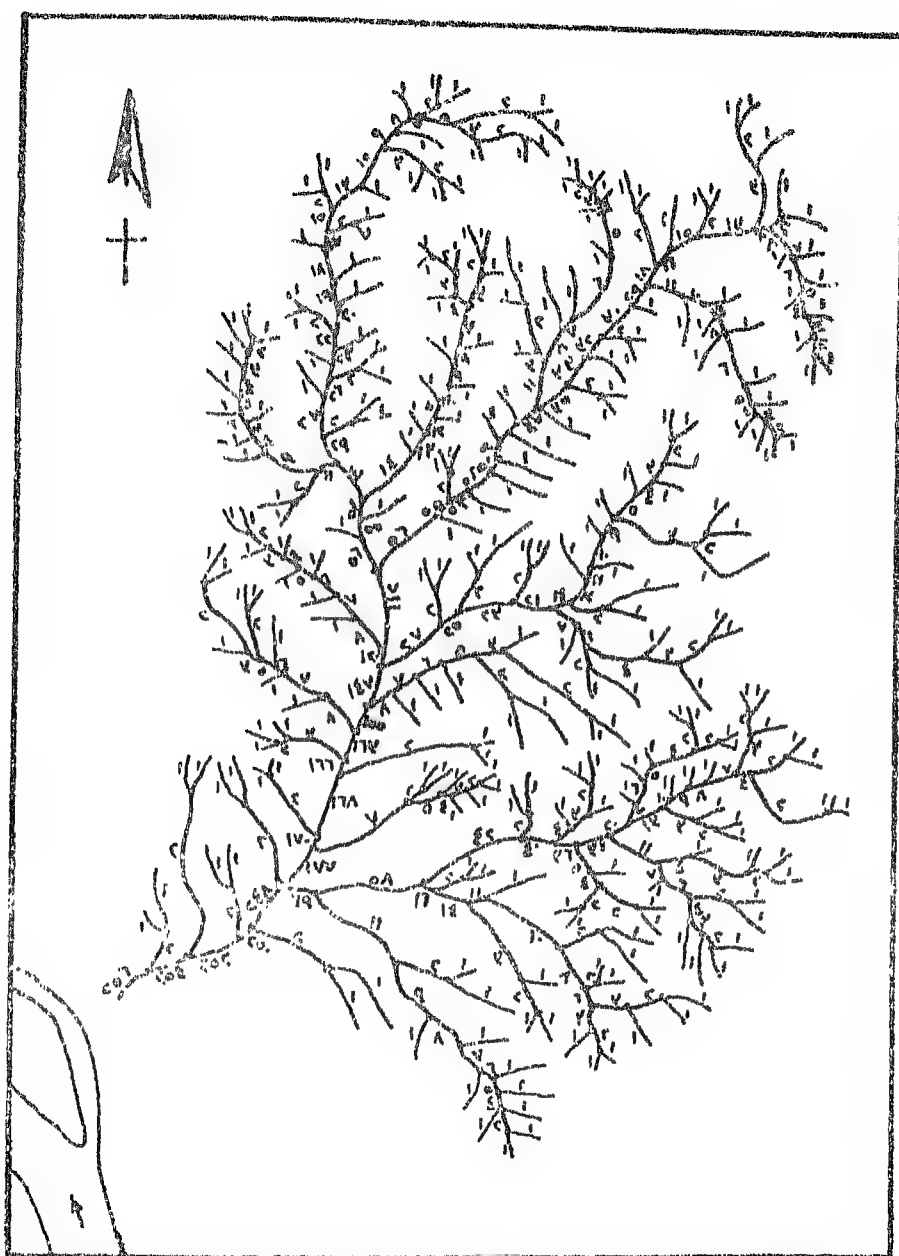
مجريان من ربتين مختلفتين يتكون من نقطة إتصالهما مجرى رتبته هو حاصل جمعهما. وبذلك يتكون على طول إمتداد شبكة التصريف بالحوض عدد من نقط الإتصال Junction Points وهى النقط التى يلتقى عندها مجريان بغض النظر عن رتبة كل منهما. وتسمى المسافة بين نقطة الإتصال والنقطة التالية لها بالوصلة Link . ويلاحظ فى هذه الطريقة أن عدد نقاط الإتصال تساوى عدد الوصلات.

ويتطابق طريقة شريف على حوض وادى الدومى يلاحظ أن رتبته ٢٥٦ بدلاً من الرتبة الخامسة طبقاً لطريقة شتريلر. ويسين (شكل ٨٨) والجدول الملاحق به رتب مجارى حوض الدومى وإعداد المجارى فى كل رتبة. ويلاحظ فى الجدول إنتقال مفاجئ بين رتبة المجرى الرافدى أو الوصلة ورتبة الرافد أو الوصلة التالية مما يحدث تبايناً فى تسلسل الرتب. ويرجع ذلك إلى الطبيعة الإنعزالية للروافد عن بعضها وبالتالي إستقلال كل رافد برتبته فإذا ما التقت هذه الروافد عند المجرى الذى يجمعها ظهرت تلك التباينات.

نسبة التشعب:

وتبعاً لطريقة شتريلر فى تصنيف وترتيب المجارى داخل حوض التصريف، يتبين من مثال وادى الدومى أن عدد مجارى الرتبة الأولى يساوى تقريباً أربعة أمثال عدد مجارى الثانية، وعدد مجارى الرتبة الثانية يساوى أربعة أضعاف عدد مجارى الرتبة الثالثة تقريباً، وهكذا بالنسبة لمجارى الرتبة الثالثة بالنسبة للرابعة، والرابعة بالنسبة للخامسة. وتسمى العلاقة بين عدد مجارى أى رتبة نهريّة وعدد مجارى الرتبة التى تعلوها بنسبة التشعب Bifurcation Ratio . فإذا كانت الرتبة النهريّة يرمز لها بالرمز (U) ، وعدد المجارى بالرتبة بالرمز (Nu) ، ونسبة التشعب (Rb) فإن قانون نسبة التشعب هو :

$$Rb = \frac{Nu}{Nu + 1}$$



رتب الجارى المائية السطحية في موسم وادى الدوى تبعا لارتفاع ترف

(شكل ٨٨)

عدد الريّة	عدد النجاري	عدد الريّة	عدد النجاري	عدد الريّة	عدد النجاري	عدد الريّة	عدد النجاري	عدد الريّة	عدد النجاري		
١	٢٥٦	١	١١٢	١	٤٧	١	٢٥	٣	١٣	٢٥٦	١
		١	١٠٠	١	٤٨	١	٢٦	٣	١٤	٦٦	٢
		١	٨٠	١	٧٣	١	٢٧	٢	١٥	٢٧	٣
		١	٨٣١	١	٦٣	٢	٢٨	٢	١٥	٢٧	٣
		١	٥٥١	١	٥٠	٢	٢٩	٢	١٦	١٦	٣
		١	١٦٣	١	١٥	٢	٣٠	١	١٧	١٣	٥
		١	١٦١	١	١٥	١	٣١	٢	١٨	١٢	٧
		١	١٦٨	١	٥٢	١	٣٢	١	١٩	١٤	٧
		١	١٧٠	١	٥٣	١	٣٣	٢	٢٠	١٢	٨
		١	١٧٧	٢	٥٥	١	٣٤	١	٢١	٧	٩
		١	١٧٨	٢	٥٦	١	٣٥	١	٢٢	٦	١٠
		١	١٧٩	٢	٥٧	٢	٣٦	٢	٢٣	٨	١١
		١	١٨٠	٢	٥٨	٢	٣٧	٢	٢٤	٨	١٢
		١	١٨١	٢	٥٩	٢	٣٨	٢	٢٥	٨	١٣
		١	١٨٢	٢	٦٠	٢	٣٩	٢	٢٦	٨	١٤
		١	١٨٣	٢	٦١	٢	٤٠	٢	٢٧	٨	١٥
		١	١٨٤	٢	٦٢	٢	٤١	٢	٢٨	٨	١٦
		١	١٨٥	٢	٦٣	٢	٤٢	٢	٢٩	٨	١٧
		١	١٨٦	٢	٦٤	٢	٤٣	٢	٣٠	٨	١٨
		١	١٨٧	٢	٦٥	٢	٤٤	٢	٣١	٨	١٩
		١	١٨٨	٢	٦٦	٢	٤٥	٢	٣٢	٨	٢٠
		١	١٨٩	٢	٦٧	٢	٤٦	٢	٣٣	٨	٢١
		١	١٩٠	٢	٦٨	٢	٤٧	٢	٣٤	٨	٢٢
		١	١٩١	٢	٦٩	٢	٤٨	٢	٣٥	٨	٢٣
		١	١٩٢	٢	٧٠	٢	٤٩	٢	٣٦	٨	٢٤
		١	١٩٣	٢	٧١	٢	٥٠	٢	٣٧	٨	٢٥
		١	١٩٤	٢	٧٢	٢	٥١	٢	٣٨	٨	٢٦
		١	١٩٥	٢	٧٣	٢	٥٢	٢	٣٩	٨	٢٧
		١	١٩٦	٢	٧٤	٢	٥٣	٢	٤٠	٨	٢٨
		١	١٩٧	٢	٧٥	٢	٥٤	٢	٤١	٨	٢٩
		١	١٩٨	٢	٧٦	٢	٥٥	٢	٤٢	٨	٣٠
		١	١٩٩	٢	٧٧	٢	٥٦	٢	٤٣	٨	٣١
		١	٢٠٠	٢	٧٨	٢	٥٧	٢	٤٤	٨	٣٢
		١	٢٠١	٢	٧٩	٢	٥٨	٢	٤٥	٨	٣٣
		١	٢٠٢	٢	٨٠	٢	٥٩	٢	٤٦	٨	٣٤
		١	٢٠٣	٢	٨١	٢	٦٠	٢	٤٧	٨	٣٥
		١	٢٠٤	٢	٨٢	٢	٦١	٢	٤٨	٨	٣٦
		١	٢٠٥	٢	٨٣	٢	٦٢	٢	٤٩	٨	٣٧
		١	٢٠٦	٢	٨٤	٢	٦٣	٢	٥٠	٨	٣٨
		١	٢٠٧	٢	٨٥	٢	٦٤	٢	٥١	٨	٣٩
		١	٢٠٨	٢	٨٦	٢	٦٥	٢	٥٢	٨	٤٠
		١	٢٠٩	٢	٨٧	٢	٦٦	٢	٥٣	٨	٤١
		١	٢١٠	٢	٨٨	٢	٦٧	٢	٥٤	٨	٤٢
		١	٢١١	٢	٨٩	٢	٦٨	٢	٥٥	٨	٤٣
		١	٢١٢	٢	٩٠	٢	٦٩	٢	٥٦	٨	٤٤
		١	٢١٣	٢	٩١	٢	٧٠	٢	٥٧	٨	٤٥
		١	٢١٤	٢	٩٢	٢	٧١	٢	٥٨	٨	٤٦
		١	٢١٥	٢	٩٣	٢	٧٢	٢	٥٩	٨	٤٧
		١	٢١٦	٢	٩٤	٢	٧٣	٢	٦٠	٨	٤٨
		١	٢١٧	٢	٩٥	٢	٧٤	٢	٦١	٨	٤٩
		١	٢١٨	٢	٩٦	٢	٧٥	٢	٦٢	٨	٥٠
		١	٢١٩	٢	٩٧	٢	٧٦	٢	٦٣	٨	٥١
		١	٢٢٠	٢	٩٨	٢	٧٧	٢	٦٤	٨	٥٢
		١	٢٢١	٢	٩٩	٢	٧٨	٢	٦٥	٨	٥٣
		١	٢٢٢	٢	١٠٠	٢	٧٩	٢	٦٦	٨	٥٤
		١	٢٢٣	٢	١٠١	٢	٨٠	٢	٦٧	٨	٥٥
		١	٢٢٤	٢	١٠٢	٢	٨١	٢	٦٨	٨	٥٦
		١	٢٢٥	٢	١٠٣	٢	٨٢	٢	٦٩	٨	٥٧
		١	٢٢٦	٢	١٠٤	٢	٨٣	٢	٧٠	٨	٥٨
		١	٢٢٧	٢	١٠٥	٢	٨٤	٢	٧١	٨	٥٩
		١	٢٢٨	٢	١٠٦	٢	٨٥	٢	٧٢	٨	٦٠
		١	٢٢٩	٢	١٠٧	٢	٨٦	٢	٧٣	٨	٦١
		١	٢٣٠	٢	١٠٨	٢	٨٧	٢	٧٤	٨	٦٢
		١	٢٣١	٢	١٠٩	٢	٨٨	٢	٧٥	٨	٦٣
		١	٢٣٢	٢	١١٠	٢	٨٩	٢	٧٦	٨	٦٤
		١	٢٣٣	٢	١١١	٢	٩٠	٢	٧٧	٨	٦٥
		١	٢٣٤	٢	١١٢	٢	٩١	٢	٧٨	٨	٦٦
		١	٢٣٥	٢	١١٣	٢	٩٢	٢	٧٩	٨	٦٧
		١	٢٣٦	٢	١١٤	٢	٩٣	٢	٨٠	٨	٦٨
		١	٢٣٧	٢	١١٥	٢	٩٤	٢	٨١	٨	٦٩
		١	٢٣٨	٢	١١٦	٢	٩٥	٢	٨٢	٨	٧٠
		١	٢٣٩	٢	١١٧	٢	٩٦	٢	٨٣	٨	٧١
		١	٢٤٠	٢	١١٨	٢	٩٧	٢	٨٤	٨	٧٢
		١	٢٤١	٢	١١٩	٢	٩٨	٢	٨٥	٨	٧٣
		١	٢٤٢	٢	١٢٠	٢	٩٩	٢	٨٦	٨	٧٤
		١	٢٤٣	٢	١٢١	٢	١٠٠	٢	٨٧	٨	٧٥
		١	٢٤٤	٢	١٢٢	٢	١٠١	٢	٨٨	٨	٧٦
		١	٢٤٥	٢	١٢٣	٢	١٠٢	٢	٨٩	٨	٧٧
		١	٢٤٦	٢	١٢٤	٢	١٠٣	٢	٩٠	٨	٧٨
		١	٢٤٧	٢	١٢٥	٢	١٠٤	٢	٩١	٨	٧٩
		١	٢٤٨	٢	١٢٦	٢	١٠٥	٢	٩٢	٨	٨٠
		١	٢٤٩	٢	١٢٧	٢	١٠٦	٢	٩٣	٨	٨١
		١	٢٥٠	٢	١٢٨	٢	١٠٧	٢	٩٤	٨	٨٢
		١	٢٥١	٢	١٢٩	٢	١٠٨	٢	٩٥	٨	٨٣
		١	٢٥٢	٢	١٣٠	٢	١٠٩	٢	٩٦	٨	٨٤
		١	٢٥٣	٢	١٣١	٢	١١٠	٢	٩٧	٨	٨٥
		١	٢٥٤	٢	١٣٢	٢	١١١	٢	٩٨	٨	٨٦
		١	٢٥٥	٢	١٣٣	٢	١١٢	٢	٩٩	٨	٨٧
		١	٢٥٦	٢	١٣٤	٢	١١٣	٢	١٠٠	٨	٨٨
		١	٢٥٧	٢	١٣٥	٢	١١٤	٢	١٠١	٨	٨٩
		١	٢٥٨	٢	١٣٦	٢	١١٥	٢	١٠٢	٨	٩٠
		١	٢٥٩	٢	١٣٧	٢	١١٦	٢	١٠٣	٨	٩١
		١	٢٦٠	٢	١٣٨	٢	١١٧	٢	١٠٤	٨	٩٢
		١	٢٦١	٢	١٣٩	٢	١١٨	٢	١٠٥	٨	٩٣
		١	٢٦٢	٢	١٤٠	٢	١١٩	٢	١٠٦	٨	٩٤
		١	٢٦٣	٢	١٤١	٢	١٢٠	٢	١٠٧	٨	٩٥
		١	٢٦٤	٢	١٤٢	٢	١٢١	٢	١٠٨	٨	٩٦
		١	٢٦٥	٢	١٤٣	٢	١٢٢	٢	١٠٩	٨	٩٧
		١	٢٦٦	٢	١٤٤	٢	١٢٣	٢	١١٠	٨	٩٨
		١	٢٦٧	٢	١٤٥	٢	١٢٤	٢	١١١	٨	٩٩
		١	٢٦٨	٢	١٤٦	٢	١٢٥	٢	١١٢	٨	١٠٠
		١	٢٦٩	٢	١٤٧	٢	١٢٦	٢	١١٣	٨	١٠١
		١	٢٧٠	٢	١٤٨	٢	١٢٧	٢	١١٤	٨	١٠٢
		١	٢٧١	٢	١٤٩	٢	١٢٨	٢	١١٥	٨	١٠٣
		١	٢٧٢	٢	١٥٠	٢	١٢٩	٢	١١٦	٨	١٠٤
		١	٢٧٣	٢	١٥١	٢	١٣٠	٢	١١٧	٨	١٠٥
		١	٢٧٤	٢	١٥٢	٢	١٣١	٢	١١٨	٨	١٠٦
		١	٢٧٥	٢	١٥٣	٢	١٣٢	٢	١١٩	٨	١٠٧
		١	٢٧٦	٢	١٥٤	٢	١٣٣	٢	١٢٠	٨	١٠٨
		١	٢٧٧	٢	١٥٥	٢	١٣٤	٢	١٢١	٨	١٠٩
		١	٢٧٨	٢	١٥٦	٢	١٣٥	٢	١٢٢	٨	١١٠
		١	٢٧٩	٢	١٥٧	٢	١٣٦	٢	١٢٣	٨	١١١
		١	٢٨٠	٢	١٥٨	٢	١٣٧	٢	١٢٤	٨	١١٢
		١	٢٨١	٢	١٥٩	٢	١٣٨	٢	١٢٥	٨	١١٣
		١	٢٨٢	٢	١٦٠	٢	١٣٩	٢	١٢٦	٨	١١٤
		١	٢٨٣	٢	١٦١	٢	١٤٠	٢	١٢٧	٨	١١٥
		١	٢٨٤	٢	١٦٢	٢	١٤١	٢	١٢٨	٨	١١٦
		١	٢٨٥	٢	١٦٣	٢	١٤٢	٢	١٢٩	٨	١١٧
		١	٢٨٦	٢	١٦٤	٢	١٤٣	٢	١٣٠	٨	١١٨
		١	٢٨٧	٢	١٦٥	٢	١٤٤	٢	١٣١	٨	١١٩
		١	٢٨٨	٢	١٦٦	٢	١٤٥	٢	١٣٢	٨	١٢٠
		١	٢٨٩	٢	١٦٧	٢	١٤٦	٢	١٣٣	٨	١٢١
		١	٢٩٠	٢	١٦٨	٢	١٤٧	٢	١٣٤	٨	١٢٢
		١	٢٩								

٢٤٨

ويتضح بالنسبة لحوض وادى الدومى أن كل من نسبة التشعب ومعدلها المرجح متقاربتان وذلك نتيجة الظروف البيئية الخاصة.

قانون أعداد المجارى المائية Law of Stream Numbers:

ينص هذا القانون على أن أعداد المجارى المائية للرتب المختلفة فى حوض ما تتابع فى شكل متوالية هندسية حدها الأول عدد مجارى أعلى رتبة، وتزيد بنسبة ثابتة هى نسبة التشعب.

ويمكن توثيق نقط المتوالية الهندسية على ورقة رسم بيانى نصف لوغاريتمية، يحدد المحور الرأسى اللوغاريتمى عدد المجارى لكل رتبة، والمحور الأفقى الحسابى يوضح عليه رتب مجارى الحوض، فإذا كان تتابع أعداد المجارى للرتب المختلفة مثالياً، فإنه ينتج من توصيل نقط المتوالية خطاً مستقيماً (شكل ٨٩). وهذا يعنى أن كل أربعة مجارى من الرتبة الأولى فى حوض وادى الدومى تكون مجرى واحداً من الرتبة الثانية، وكذلك كل أربعة مجارى من الرتبة الثانية تكون بدورها مجرى واحداً من الرتبة الثالثة وهكذا.

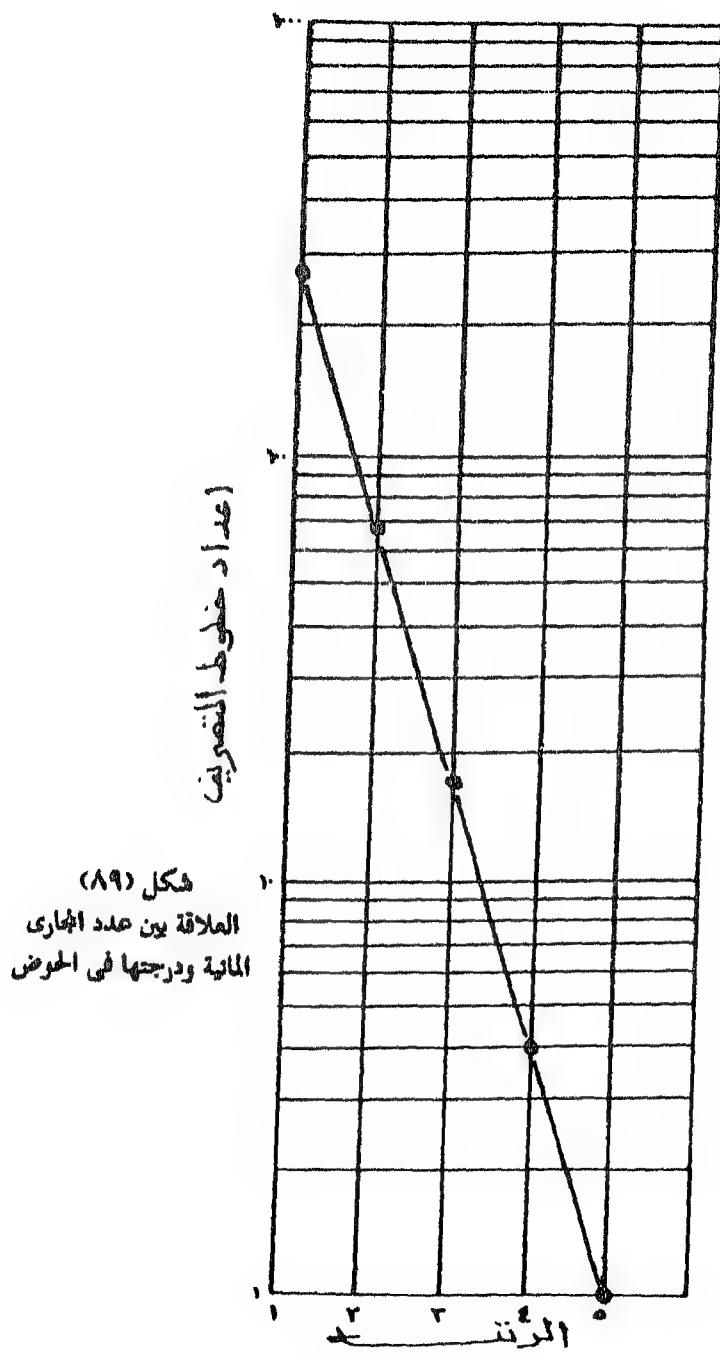
٢ - التكرار النهري Stream Frequency : ويعبر عن العلاقة بين إجمالى عدد المجارى المائية من الرتب المختلفة بالحوض ومساحة الحوض. ويمكن قياس مساحة حوض التصريف من الخريطة الكنتورية التى يحددها خط تقسيم المياه الذى يفصل الحوض عن الأحواض المجاورة. وتصاغ هذه العلاقة على النحو التالى:

$$F = \frac{\sum Nu}{a}$$

حيث F = التكرار النهري

$\sum Nu$ = مجموع أعداد المجارى المائية من الرتب المختلفة بالحوض

a = مساحة الحوض



وتعتبر هذه العلاقة بين مساحة الحوض ورتبته، فالمجارى المائية بمختلف رتبها تحصل على زيادة المماساة الحوضية عن طريق التعت الذى تزداد فعاليتها مع تزايد أعدادها خاصة معجارى الرتب الدنيا، فمثل هذه المجارى تفوق غيرها عدداً، كما أنها تعتبر المرحلة الأولى من تطور المجارى المائية الرئيسية.

وبالنسبة لوادى الدومى الذى تبلغ مساحته ١٠٥,١ كم^٢ فإن التكرار النهري $= \frac{347}{105.1} = 3.3$ مجرى / كم^٢. ويعنى هذا أن حوض وادى الدومى مازال فى مرحلة الشباب Young Stage، إذ لا يوجد إلا حوالى ثلاثة مجارى نهريّة فى كل كيلومتر مربع واحد. ولكن مثل هذه العلاقة لا تعبر بدقة عن مرحلة تطور الحوض، إذ ربما تكون تلك المجارى الثلاثة من الطول والضخامة بحيث استطاعت تخفيض مناسيب سفاح الأرض من ناحية وتخفيف حدة إنحداره من ناحية أخرى. ولذلك فهناك علاقات أخرى تجمع بين عناصر مورفومترية بالحوض غير علاقة التكرار النهري يسكن قياسها من الخريطة الكنتورية.

٣ - متوسط طول المجارى المائية لكل رتبة، والطول الإجمالى لمجارى كل الرتب النهريّة : من المعروف أن مجارى الرتبة الأولى هى أقصر المجارى طولاً، وكما تقدمت رتبة المجارى كلما إزداد طولها. ونسبة الزيادة فى متوسط أطوال مجارى الرتب المختلفة تميل إلى الثبات فى نظام التصريف المائى المثالى، وأى نهر متوقع فى شروط الشبكة المائية المثالية التى أشير إليها سابقاً - وهى سيادة ظروف مناخية واحدة، ونوع صخورى واحد، ومرحلة تطور واحدة - سوف ينتج عنه بالضرورة نبأين فى نسبة الطول بين رتبة ما والرتبة التى تليها.

ويمكن قياس متوسط طول مجارى الرتب المختلفة باستخدام عجلة القياس أو بفتح الديفيدر فتحة مناسبة وقياس أطوال المجارى المائية التابعة لرتبة معينة واحداً بعد الآخر. وتمثل القراءة الأخيرة مجموع أطوال هذه المجارى لتلك الرتبة، ويقسمه المجموع على عدد مجارى الرتبة يتم الحصول على متوسط الطول

لهذه الرتبة، وهكذا فى بقية الرتب. ويشار إلى متوسط طول المجارى المائية لكل رتبة بالرمز Lu.

ولكن بالنسبة لمتوسط مجارى الرتبة الثانية، فيتم الحصول عليه من جمع متوسط طول مجارى الرتبة الأولى على متوسط طول مجارى الرتبة الثانية. وكذلك متوسط طول مجارى الرتبة الثالثة عبارة عن حاصل جمع متوسط طول مجارى الرتبة الثانية التى تم الحصول عليها من الخطوة السابقة على متوسط طول مجارى الرتبة الثالثة التى قيست على الخريطة الكنتورية، وهكذا بالنسبة للرابعة والخامسة... إلخ. وتسمى هذه الطريقة فى حساب متوسط أطوال المجارى النهرية من الرتب المختلفة بعد الرتبة الأولى بالطريقة التجميعية Cumulative.

وبالنسبة لوادى الدومى فإن متوسط الطول التجميعى لمجاريه من الرتب المختلفة يبينها الجدول التالى :

الرتبة	متوسط الطول المقاس من الخريطة الكنتورية / كم	متوسط الطول التجميعى / كم	نسبة الطول
١	٠,٦	٠,٦	٣,٢
٢	١,٣	١,٩	٢,٣
٣	٢,٥	٤,٤	١,٧
٤	٣,٠	٧,٤	٢,٠
٥	٧,٤	١٤,٨	

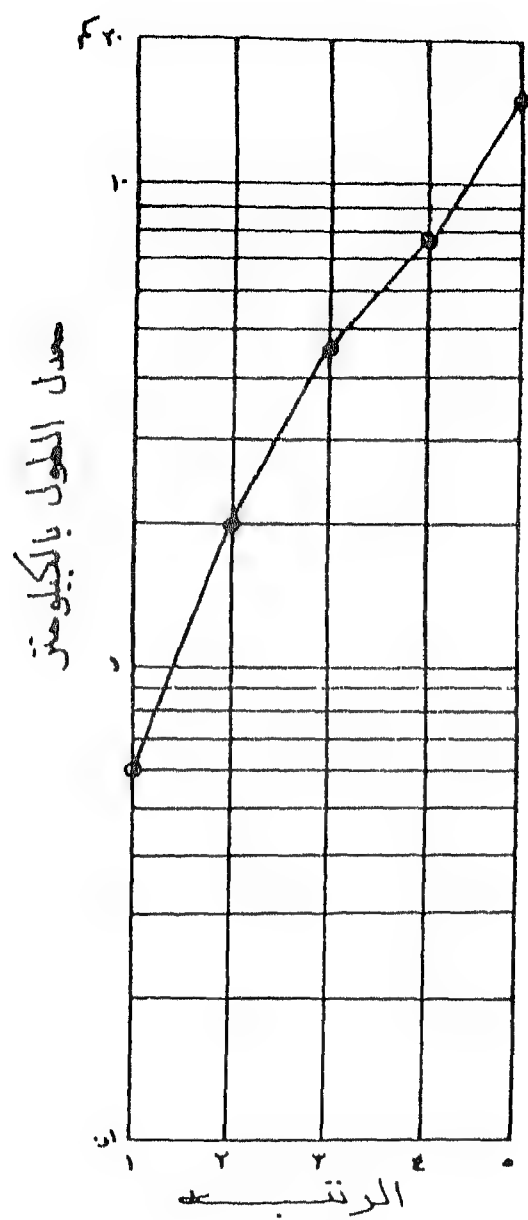
قانون أطوال المجارى Law of Stream Lengths : وينص هذا القانون على أن المتوسط التجميعى لطول مجارى الرتب المختلفة فى حوض ما يميل إلى إتخاذ متوالية هندسية حدها الأول متوسط طول مجارى الرتبة الأولى وتزيد بنسبة ثابتة.

ويمكن توقيع متوسط الطول التجميعي لكل رتبة على ورقة رسم بياني نصف لوشاريتسمى فإذا حقق هذا المتوسط المتوالية الهندسية نتج من توصيل النقاط خطاً مستقيماً. وبالنسبة لوادى الدومى فإن المتوسط التجميعي لأطوال مجارى الرتب المختلفة فيه لا يحقق التتابع الهندسى كما يتضح من الحقل الرابع فى الجدول السابق، وكما يوضحه (شكل ٩٠). ويرجع ذلك إلى قصر متوسط طول كل من الرتبين الأولى والثانية لوقوعهما فى مناطق أشد إنحداراً من بقية أجزاء الحوض. وقد يرجع عدم تحقيق المتوالية الهندسية إلى أسباب أخرى تتعلق بالبنية الجيولوجية فى الحوض أو بحدوث أسر نهري أدى إلى زيادة متوسط طول رتبة ما بالنسبة لبقية الرتب.

أما بالنسبة للطول الإجمالى لكل الرتب النهرية فيقصد به مجموع أطوال المجارى النهرية للرتب المختلفة كما قيست من الخريطة الكنتورية. ويرمز لهذا الطول الإجمالى بالرمز $\sum L_u$.

٤ - نسبة طول المجرى Length ratio : وهى عبارة عن خارج قسمة متوسط طول المجرى لرتبة معينة على متوسط طول مجرى الرتبة الأدنى منها مباشرة، ويرمز لهذه العلاقة بالرمز $R_L = \frac{L_u}{L_{u-1}}$. وتقدم هذه العلاقة تصوراً عاماً عن تغير أطوال الروافد بالنسبة لرتبها، ثم البحث عن أسباب تلك التغيرات. كما تفيد تلك العلاقة فى الدراسات الجيومورفولوجية المقارنة بين أحواض التصريف المختلفة.

٥ - كثافة التصريف Drainage Density : وهى عبارة عن خارج قسمة الطول الإجمالى لكل الرتب النهرية مقدرة بالكيلومترات على المساحة الكلية للحوض بالكيلومترات المربعة. ويرمز لهذه العلاقة بالرمز $D = \frac{\sum L_u}{a}$.



شكل (٩٠)
العلاقة بين معدل الطول التجميعي للمجاري المائية ودرجتها
في الحوض

وتعتبر كثافة التصريف ذات أهمية خاصة في جيومورفولوجية الأحواض النهرية لأنها نتيجة تفاعل عناصر حوض التصريف؛ إذ ترتبط بالظروف المناخية السائدة خاصة كمية الأمطار من ناحية والخصائص الصخرية من ناحية ثانية، ودرجة إنحدار سطح الأرض من ناحية ثالثة. فالمناطق التي تسقط عليها كمية كبيرة من الأمطار، وصخورها قليلة النفاذية والمسامية وسطح الأرض منحدر بشكل ملحوظ. بحيث تقل كمية التسرب، ترتفع بها الكثافة التصريفية. وترتبط درجة الإنحدار، علاقة عكسية مع كثافة التصريف، فعندما تزداد خطوط التصريف يقل الإنحدار، ولكن من ناحية أخرى فإن الذي يحاد نشاط شبكة المجارى المائية الدائمة الهندسية لسطح الأرض. وكما أن المساحة الحوضية تحدد نسبياً حوض التصريف، من الأمطار الساقطة، فإن نمو شبكة المجارى تؤدي إلى إتساع الحوض وبالتالي زيادة نصيبه من كمية الأمطار.

وبالنسبة لرادى الدومى فإن إجمالى الطول للمجارى المائية به يبلغ ٣٠١,٢ كم ومساحته تبلغ ١٠٥,١ كم^٢ وعليه فإن كثافة التصريف به تساوى ٢,٨٦. وهذا يعنى أن بكل كيلومتر مربعاً واحداً مجارى مائة يبلغ طولها ٢,٨٦ كم.

٦ - معدل النسيج الحوضى Texture Ratio : وهو عبارة عن متوسط حجم الوحدات التى تتركب منها الظواهر الطبوغرافية بالحوض أو بمعنى آخر متوسط حجم أراضى ما بين الأودية أيا كان رتبته بالحوض. وتوضع هذه العلاقة على شكل نسبة تبين المسافات التى تنحصر بين أدق المجارى المائية بالحوض. وتستخرج هذه النسبة من حساب عدد الثنيات التى يشتمل عليها أكثر خطوط الكنتور تعرجاً بالحوض منسوبة إلى طول محيط الحوض مقدراً بالكيلومترات.

ويتوقف معدل النسيج الحوضى على مجموعة من العوامل كالمناخ وخاصة الأمطار والغطاء النباتى الطبيعى والتكوين والتركيب الصخرى ونوع التربة ودرجة التسرب والتضاريس ومرحلة التطور. وبالنسبة لرادى الدومى فإن عدد الثنيات التى

ترتبط عادة بالمجرى المائى ٨٥ ثنية، وطول محيط الحوض ٤٦,٣ كم، وعليه فإن معدل النسيج الحوضى يساوى ٠,٥٤ كم.

وجدير بالذكر أن علاقة معدل النسيج الحوضى يطلق عليها أحياناً اسم النسيج الطبوغرافى. ويمكن التعبير عن النسيج الحوضى بعلاقة مورفومترية أخرى نعرف بنسبة التقطع (Rd) وهى :

$$\text{مجموع أعداد المجارى بالحوض من الرتب المختلفة} \\ \text{طول محيط الحوض / كم} = \text{مجرى / كم}$$

$$\text{وبالنسبة لحوض وادى الدومى فإن نسبة التقطع} = \frac{٣٤٧ \text{ مجرى}}{٤٦,٣ \text{ كم}} = ٧,٤٧ \\ \text{مجرى/كم.}$$

وهناك معادلات مورفومترية أخرى توضح العلاقات الوظيفية المتبادلة بين عناصر الشبكة المائية فى حوض التصريف، يتم الحصول على حدودها من القياس المباشر من الخريطة الكنتورية ولا يتسع المجال لعرضها بالتفصيل. وفيما يلى عرض لأهم المعادلات الخاصة بتحليل شبكة التصريف المائى بالحوض.

١ - أعداد ورتب المجارى (Nu) : عدد مجارى كل رتبة (بالعد من الخريطة الكنتورية تبعاً للطريقة المختارة فى تصنيف وترتيب المجارى داخل حوض التصريف).

٢ - مجموع أعداد المجارى بالحوض (N) : مجموع أعداد المجارى من الرتب المختلفة بالحوض.

$$٣ - \text{التكرار النهري (Fs)} = \frac{\text{مجموع أعداد المجارى بالحوض}}{\text{مساحة الحوض}} = \text{مجرى / كم}^٢$$

$$٤ - \text{نسبة التشعب (Rb)} = \frac{\text{مجموع أعداد المجارى لرتبة معينة}}{\text{مجموع أعداد المجارى للرتبة الأعلى منها مباشرة}}$$

٥ - نسبة التشعب المرجحة (WRb) = نسبة التشعب بين رتبتين متتاليتين × مجموع أعداد مجارى الرتبتين.

٦ - معدل نسبة التشعب المرجحة =

$$\frac{\text{مجموع حاصل ضرب نسبة التشعب بين ربتين متتاليتين} \times \text{مجموع أعداد مجارى الربتين}}{\text{إجمالى مجموع أعداد المجارى لكل ربتين متتاليتين بالحوض}}$$

٧ - مجموع أطوال المجارى بالحوض $\sum L_{II}$ وذلك بالقياس المباشر من الخريطة الكنتورية (كم)

$$٨ - \text{متوسط طول مجرى الرتبة النهرية (Lu)} = \frac{\text{مجموع أطوال مجارى الرتبة النهرية}}{\text{عدد مجارى الرتبة}} \text{ (كم)}$$

$$٩ - \text{نسبة طول المجرى (RL)} = \frac{\text{متوسط طول المجرى لرتبة معينة}}{\text{متوسط طول مجرى الرتبة الأدنى منها مباشرة}}$$

١٠ - متوسط الطول التجميعى (CLu) = متوسط طول مجرى الرتبة + متوسط طول مجرى الرتبة الأدنى مباشرة.

$$١١ - \text{نسبة طول المجرى إلى نسبة التشعب} = \frac{RL}{Rb}$$

١٢ - طول المجرى الرئيسى بالحوض (Cm) وذلك بالقياس المباشر على الخريطة الكنتورية من المنبع إلى المصب.

$$١٣ - \text{نسبة تقطع الحوض (Rd)} = \frac{\text{عدد المجارى بالحوض}}{\text{طول محيط الحوض}}$$

$$١٤ - \text{كثافة التصريف (Dd)} = \frac{\text{مجموع أطوال المجارى لكل الرتب بالحوض}}{\text{مساحة الحوض}}$$

$$١٥ - \text{الكثافة النسبية للمجارى (Fd)} = \frac{\text{التكرار النهري}}{\text{كثافة التصريف}^2}$$

$$١٦ - \text{شدة التصريف (Di)} = \frac{\text{التكرار النهري}}{\text{كثافة التصريف}}$$

$$١٧ - \text{معدل بقاء المجرى (C)} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{مجموع أطوال المجارى بالحوض}} \text{ أو } \frac{1}{\text{كثافة التصريف}}$$

$$١٨ - \text{المسافة بين المجارى لرتبة معينة} = \text{جا } ٤٥ \times \frac{ل}{ق} \text{ حيث :}$$

ل = طول خط يرسم داخل الحوض على الخريطة الكنتورية ويمر بأكبر عدد ممكن من مجارى الرتبة المراد قياس متوسط المسافة بين مجاريها.

ق = عدد المجارى التى تتقاطع مع الخط (ل) من مجارى الرتبة.

١٩ - إتجاهات خطوط التصريف = تقاس بالمنقلة من الخريطة الكنتورية بالنسبة لإتجاه الشمال الجغرافى، ثم ترسم وردة إتجاه.

٢٠ - ظل (ظا) لإنحدار المجرى الرئيسى (Si) = $\frac{\text{فرق المنسوب بين المنبع والمصب}}{\text{طول المجرى الرئيسى}}$ وبالكشف فى جدول الظلال أو بالآلة الحاسبة يتم الحصول على درجة الإنحدار العامة للمجرى الرئيسى.

٢١ - زوايا إلتقاء المجارى (زوايا الدخول Zc) = جتا زاوية الدخول

= $\frac{\text{ظا درجة إنحدار المجرى الرئيسى}}{\text{ظا درجة إنحدار سطح أرض الرافد}}$ وبالكشف فى جدول جيوب التمام يتم الحصول على زاوية الدخول المطلوبة.

٢٢ - ظا لإنحدار سطح الأرض بالحوض (Sg) = تضاريس الحوض \times ضعف كثافة التصريف. وبالكشف فى جدول الظلال يتم الحصول على زاوية الإنحدار المطلوبة.

٢٣ - قرينة إنحدار الحوض (S) = $\frac{\text{تضاريس الحوض}}{\text{مساحة الحوض}}$

٢٤ - الطول الفعلي للجريان السطحي (Lg) =

$$= \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\text{ظا إنحدار المجرى الرئيسى}}{\text{ظا إنحدار سطح الأرض بالحوض}} \right)^2 - 1}} \times (\text{كثافة التصريف})$$

٢٥ - معدل الطول الأفقى للجريان السطحي (HLg) = $\frac{1}{(\text{كثافة التصريف})}$

ثانياً : قياسات الخصائص المساحية والشكلية :

وهي تختص بالأبعاد الهندسية للحوض والنسب بين هذه الأبعاد، والعلاقة بين تلك الأبعاد والمساحة الحوضية. وتقاس تلك الأبعاد من الخريطة الكنتورية مباشرة.

١ - المساحة الحوضية Area :

تقاس مساحة حوض التصريف على الخريطة الكنتورية بإحدى طرق قياس المساحات المعروفة، ويفضل استخدام البلاييمتر. ويمكن ربط المساحة الحوضية بظروف المناخ ونوع الصخر والحركات التكتونية والزمن، حيث تميل أحواض التصريف إلى زيادة مساحتها إذا نشط عامل النحت المائى فى ظل ظروف مناخية رطبة، أو إذا كانت الصخور ضعيفة المقاومة، أو إذا تعرضت لعمليات أدت إلى إنخفاض مستوى القاعدة أو رفع مناطق الأحباس العليا، أو حدوث عمليات أسر نهري، أو إذا وصل الحوض إلى مرحلة متقدمة فى دورة التعرية.

قانون المساحة الحوضية Law of Basin Areas ، وينص على أن متوسط مساحة أحواض كل رتبة تتابع فى شكل متوالية هندسية حدها الأول هو متوسط مساحة أحواض مجارى الرتبة الأولى وتزيد بنسبة ثابتة.

وبالنسبة لوادى الدومى فإن متوسط المساحة الحوضية لمجارى الرتب المختلفة يبينها الجدول التالى :

الرتبة	المساحة / كم ^٢	النسبة
١	٠,٢	٢,٠٠
٢	٠,٤	٢,٧٥
٣	١,١	١,٢٠
٤	١,٣	٢,٨٠
٥	٣,٦	

٢ - طول محيط الحوض (P) :

وهو طول خط تقسيم المياه الذى يفصل الحوض عن الأحواض المجاورة. ويقاس بعجلة القياس أو بالمقسم Divider متتبعاً تعرجاته.

٣ - طول الحوض (L) :

وهو خاصية هندسية هامة، وتختلف الطرق المتبعة فى تحديد طول الحوض تبعاً لشكل الحوض وطبيعة إمتداده، ومن أهم الطرق :

أ - قياس المسافة بين المصب وأبعد نقطة على محيط الحوض فى موازاة خط المجرى الرئيسى بالحوض.

ب - قياس المسافة بين المصب والنقطة التى تنصف محيط الحوض.

ج - قياس طول الخط بين المصب ومركز ثقل الحوض وإمتداده حتى يلتقى بمحيط الحوض. ومركز الثقل هو نقطة تقاطع المجرى الرئيسى مع الخط المنصف لمساحة الحوض عرضياً.

د - قياس المسافة بين المصب وأعلى نقطة على محيط الحوض.

هـ - هو خارج قسمة مساحة الحوض على عرض الحوض.

٤ - عرض الحوض (W) :

ويمكن قياس عرض الحوض مباشرة من الخريطة الكنتورية أو بالحساب :

أ - يقسم الخط الذى يمثل طول الحوض إلى مسافات متساوية، ويقام عند كل نقطة تقسيم عمود يصل إلى محيط الحوض على الجانبين، ويمثل طول العمود عرض الحوض عند هذه النقطة، وعرض الحوض هو متوسط أطوال الأعمدة المقامة عند نقط التقسيم.

ب - هو ناتج قسمة مساحة الحوض على طول الحوض.

$$٥ - \text{نسبة طول الحوض إلى عرضه} : \frac{\text{طول الحوض (L)}}{\text{عرض الحوض (W)}}$$

٦ - نسبة الإستطالة Elongation Ratio :

تصف هذه النسبة إمتداد حوض التصريف بالمقارنة مع شكل المستطيل. وترتفع نسبة الإستطالة فى الأحواض الطولية بينما تنخفض فى الأحواض التى يختلف عرضها مع إمتدادها. ويعبر عن نسبة الإستطالة بالعلاقة التالية :

$$\frac{\text{طول قطر دائرة مساحتها تكافئ مساحة الحوض}}{\text{طول الحوض}}$$

وتقاس مساحة الحوض بالبلاييمتر ، أما طول الحوض فيقاس بين نقطة المصب وأبعد نقطة على خط تقسيم المياه فى الاتجاه الطولى للحوض قياساً مباشراً.

وبالنسبة لوادى الدومى فإن الطول المباشر للحوض يبلغ ١٥,٥ كم، وقطر الدائرة التى مساحتها ١٠٥,١ كم^٢ يبلغ ١١,٥٦ كم، ونسبة الإستطالة = ١١,٥٦ ÷ ١٥,٥٠ = ٠,٧٤٥، وتمثل هذه النسبة قيمة مرتفعة تشير إلى إقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل.

٧ - إستدارة الحوض Circularity :

تشير الإستدارة إلى نسبة تقارب أو تباعد شكل الحوض عن الشكل الدائري المنتظم. ويعبر عن الإستدارة الحوضية بالعلاقة التالية :

$$\frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{مساحة الدائرة التي يبلغ محيطها محيط الحوض}}$$

وتقاس مساحة الحوض بالبلايتمتر، كما يقاس طول محيط الحوض بعجلة القياس من الخريطة الكنتورية. وتشير القيم المرتفعة لنتائج هذه العلاقة إلى إقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، كما تشير إلى تعرض الحوض إلى عمليات النحت الرأسى والأفقى فترة زمنية طويلة، أى قطعت مرحلة كبيرة فى دورة التآكل.

وبالنسبة لوادى الدومى فإن مساحة حوضه تبلغ ١٠٥,١ كم^٢ ، وطول محيط حوض ٤٦,٣ كم ومساحة الدائرة التى يساوى طول محيطها طول محيط الحوض ١٧٠,٦٨ كم ، ونسبة الإستدارة للحوض = ١٠٥,١ ÷ ١٧٠,٦٨ = ٠,٦١٦ . وتشير هذه القيمة إلى إنخفاض إستدارة الحوض. ويعنى هذا أن محيط الحوض أو خط تقسيم المياه لايسير بشكل منتظم بل يمر بتعرجات ملحوظة.

وهناك معادلات أخرى لدراسة الخصائص الشكلية لحوض التصريف، ويتم الحصول على حدودها من القياس المباشر من الخريطة الكنتورية. وفيما يلى عرض لأهم تلك المعادلات :

$$١ - \text{نسبة إستطالة الحوض (E)} = \frac{\text{طول قطر الدائرة التى مساحتها تكافئ مساحة الحوض}}{\text{طول الحوض}}$$

$$\text{أو (E)} = \frac{\sqrt{\text{مساحة الحوض} \div \pi}}{\text{طول الحوض}}$$

$$\text{أو (E)} = \frac{\text{طول محيط الحوض}}{\pi \times \text{طول الحوض}}$$

$$٢ - \text{نسبة إستدارة الحوض (C)} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{مساحة الدائرة التى يبلغ طول محيطها طول محيط الحوض}}$$

$$\text{أو (C)} = \frac{٤ (\text{مساحة الحوض} \times \text{ط})}{(\text{طول محيط الحوض})^2}$$

$$٣ -- \text{معامل شكل الحوض (F)} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{(\text{طول الحوض})^2}$$

$$٤ - \text{نسبة الشكل الكمثرى للحوض (K)} = \frac{(\text{طول الحوض})^2}{\text{مساحة الحوض}} \times \frac{\text{ط}}{٤}$$

$$\text{أو (K)} = \frac{\text{طول الحوض}}{\sqrt{\text{مساحة الحوض}}} \times \frac{\sqrt{\text{ط}}}{2}$$

$$\text{أو (K)} = \frac{(\text{طول الحوض})^2}{٤ (\text{مساحة الحوض})}$$

$$\text{أو (K)} = \frac{(\text{طول الحوض})^2}{\text{مساحة الحوض}}$$

$$٥ - \text{معامل إندماج الحوض (Sc)} = \frac{\text{طول محيط الحوض}}{\text{محيط الدائرة التى تكافئ مساحتها مساحة الحوض}}$$

$$\text{أو (Sc)} = \frac{(\text{طول محيط الحوض})^2}{\text{مساحة الحوض}} \times ٤ \times \text{ط}$$

$$\text{أو (Sc)} = \frac{\text{طول محيط الحوض}}{(\text{مساحة الحوض})^2} \times \frac{١}{\sqrt{٢} \times \text{ط}}$$

وفى كل المعادلات السابقة فإن ط = النسبة التقريبية = ٣, ١٤

٦ - معامل إنبعاج الحوض = ويعالج هذا المعامل السلبيات التى ظهرت فى نسبة إستدارة الحوض وذلك لعدم وجود أحواض دائرية الشكل فى الطبيعة. وتأخذ الأحواض النهرية عادة شكل القطع الناقص أو شكل قطرة الماء أو شكل

دمعة العين، ولقياس مدى إقتراب أو إبتعاد شكل الحوض من هذا الشكل
إقترح تشورلى عام ١٩٥٧ معامل إنبعاج الحوض وهو :

$$\frac{\text{طول المحيط التخيلي للحوض}}{\text{طول محيط الحوض}} \quad \text{حيث :}$$

طول المحيط التخيلي = $21 \times$ زاوية رأس قطرة الماء أو دمعة العين أو رأس القطع
الناقص. ويتم الحصول على تلك الزاوية عن طريق قاطع تمامها (قتا)

$$\frac{\text{نسبة الشكل الكمثرى للحوض} - 1}{\text{نسبة الشكل الكمثرى للحوض}} = \text{قتا زاوية رأس القطع الناقص}$$

وبالكشف في جدول قاطع التمام يتم الحصول على الزاوية المطلوبة.

ثالثاً : قياسات الخصائص التضاريسية :

تأتي أهمية دراسة الخصائص التضاريسية للحوض في أنها تلقى الضوء على
نشاط عامل التعرية وقوته، وكذلك تحديد المرحلة العمرية بالنسبة لدورة التعرية،
بالإضافة إلى تفسير الخصائص الحوضية الأخرى خاصة المساحة وخصائص
الشبكة المائية. وكذلك إمكانية حدوث ظاهرة الأسر النهري، وإبراز أثر نوع الصخر
ونظامه.

١ - نسبة التضرس Relief Ratio : ويعبر عن نسبة التضرس بالعلاقة

التالية :

$$\frac{\text{الفرق بين أعلى منسوب وأدنى منسوب بالحوض}}{\text{طول الحوض}}$$

وتقرأ المناسيب من واقع خطوط الكنتور وبمساعدة نقط المناسيب المسجلة بين خطوط الكنتور إن وجدت. وتساعد هذه النسبة على إدراك قيمة التضرس النسبي للحوض بغض النظر عن نسيجه الطبوغرافى وتشير إنخفاض قيم نسبة التضرس إلى كبر المساحة الحوضية مما يدل على نشاط عملية النحت والتراجع نحو المنابع وتقويض مناطق تقسيم المياه وبالتالى إمكانية حدوث أسر نهري مما يشير إلى التقدم فى دورة التعرية. وعلى العكس من ذلك فإن الأحواض العالية فى نسبة تضرسها تكون صغيرة المساحة، ونشطة فى عملية النحت فى ظل ظروف تضرس مرتفع، ويعنى هذا مازالت فى المراحل الأولى من دورة التعرية النهرية.

أما بالنسبة لوادى الدومى فإن نسبة التضرس تبلغ ٠,٠١ فقط.

٢ - التضاريس النسبية Relative Relief : ويعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$\frac{\text{الفرق بين أعلى منسوب وأدنى منسوب بالحوض}}{\text{طول محيط الحوض}} \times 100$$

وبالنسبة لوادى الدومى فإن الفرق بين أعلى منسوب وأدنى منسوب يبلغ ١٥٥ م ، وطول محيط الحوض ٤٦,٣ كم، فتكون التضاريس النسبية ٠,٢٣ .

٣ - قيمة الوعورة Ruggedness V. : ويعبر عنها بالعلاقة :

$$\frac{\text{كثافة التصريف} \times (\text{الفرق بين أعلى منسوب وأدنى منسوب بالحوض})}{\text{طول محيط الحوض}}$$

وبالنسبة لوادى الدومى فإن كثافة التصريف ٢,٨٦ كم / كم^٢ ، والفرق بين أعلى منسوب وأدنى منسوب ١٥٥ م ، وطول محيط الحوض ٤٦,٣ كم ، فتكون قيمة الوعورة ٠,٩٥٧ أى أن حجم الوحدات التضاريسية كبير.

٤ - العلاقة بين درجة إنحدار المجرى المائى ورتبته : هناك علاقة وثيقة بين كل من درجات إنحدار المجارى المائية ورتبتها تفسرها متوالية هندسية عكسية.

وتحسب درجة الإنحدار على أساس النسبة بين الفارق الرأسى إلى المسافة الأفقية للوحدة النهرية ذات الرتبة المعنية. وبالنسبة لوادى الدومى فإن معدل إنحدار المجارى للرتب المختلفة من الأولى إلى الخامسة على الترتيب هى : ٠,٠٢٤ ، ٠,٠٥ ، ٠,٠١١ ، ٠,٠٠٤ ، ٠,٠٠٦ .

وتوقع معدلات إنحدار الرتب المختلفة على هيئة قطاع طولى (شكل ٩١) ، وكل مثلث من المثلثات الموضحة على القطاع يمثل رتبة نهريّة قائمة بذاتها. فالخط الرأسى فى المثلث يمثل متوسط الفارق الرأسى لمجارى هذه الرتبة، أما الخط الأفقى فيمثل متوسط طول مجارى نفس الرتبة، أما الوتر فى المثلث فيمثل معدل الإنحدار. وإتصال الخطوط الوترية التى تشير إلى إنحدار مجارى الرتب المختلفة يميل لصنع منحنى مقعر إلى أعلى بينما ينتابه التسطح فى الأجزاء الدنيا. وبمعنى آخر يشتد الإنحدار فى الربتين الأولى والثانية، ويضعف فى الثالثة والرابعة والخامسة.

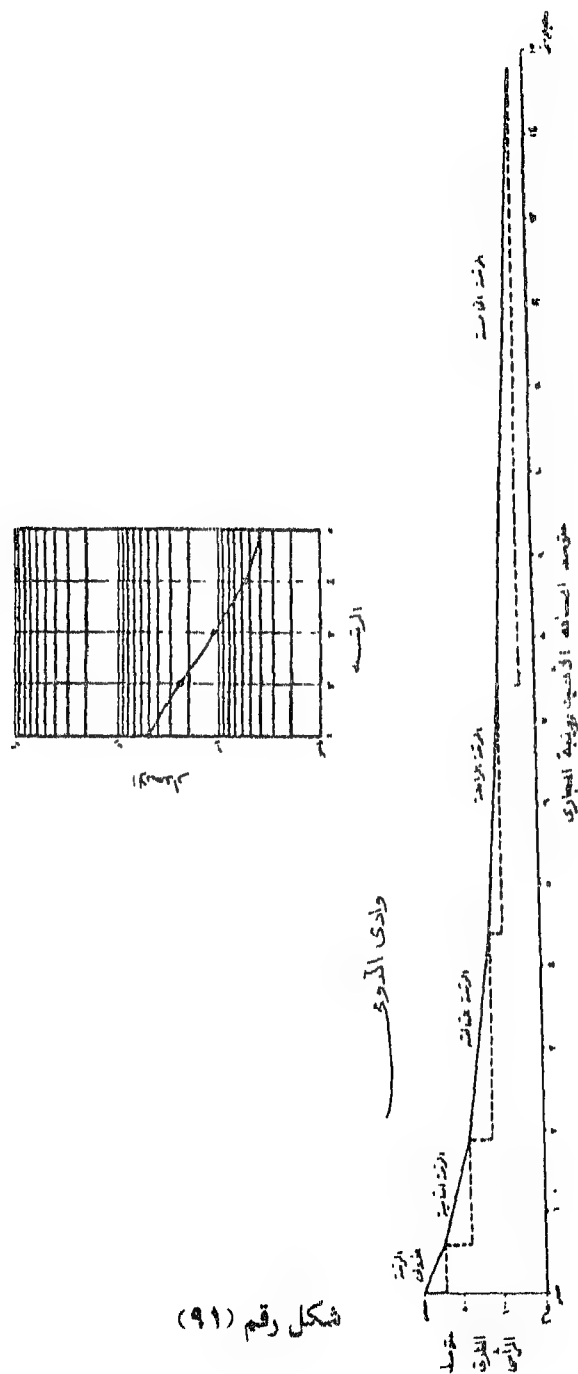
ويمكن توقيع معدل الإنحدار لكل رتبة نهريّة فى شكل بيانى نصف لوغاريتمى للتحقق من الشكل النموذجى للمتوالية الهندسية أو الإنحراف عنه.

وهناك معادلات أخرى تشرح الخصائص التضاريسية لحوض التصريف، ويتم الحصول عليها من القياس المباشر من الخريطة الكنتورية. وفيما يلى عرض سريع لأهم المعادلات الخاصة بتلك الخصائص :

١ - تضاريس الحوض (Hb) = أعلى منسوب فى الحوض - أدنى منسوب فى الحوض.

٢ - قيمة الوعورة (Rg) = بالإضافة إلى المعادلة التى ذكرت سابقاً :

$$\frac{\text{كثافة التصريف بالحوض} \times \text{تضاريس الحوض}}{1000} = (Rg)$$



شکل رقم (۹۱)

وعند استخدام وحدات القياس الإنجليزية يكون مقام المعادلة ٥٢٨٠ بدلاً من ١٠٠٠.

$$٣ - \text{الرقم الجيومترى (G)} = \frac{\text{كثافة التصريف بالحوض} \times \text{تضاريس الحوض}}{١٠٠٠ \times \text{درجة إنحدار سطح أرض الحوض بالتقدير الدائرى}}$$

حيث :

$$\text{ظا (ظل) درجة إنحدار سطح أرض الحوض} = \frac{\text{تضاريس الحوض}}{\text{طول الحوض}}$$

وبالكشف فى جدول الظلال يتم الحصول على الزاوية المطلوبة ثم تحوّل إلى التقدير الدائرى.

$$\text{أو (G)} = \frac{\text{قيمة الوعورة}}{\text{درجة إنحدار سطح أرض الحوض}}$$

$$٤ - \text{زاوية إنحدار سطح أرض الحوض (Sg)} =$$

$$\text{ظا الزاوية} = \text{تضاريس الحوض} \times ٢ (\text{كثافة التصريف})$$

وبالكشف فى جدول الظلال يتم الحصول على الزاوية المطلوبة.

$$٥ - \text{التكامل الهيسومتري} = \frac{\text{كثافة التصريف} \times \text{مساحة الحوض}}{\text{كثافة التصريف} \times \text{تضاريس الحوض}}$$

$$٦ - \text{معدل النسيج الإقليمى} =$$

$$\frac{\text{مجموع (المساحات الحوضية الرافدية} \times \text{معدلات النسيج الحوضى الرافدية}}{\text{مجموع المساحات الحوضية الرافدية}}$$

الفصل الثامن

بعض الفوائد التطبيقية للخريطة الكنتورية

– الخريطة الكنتورية وتخطيط الطرق.

– الخريطة الكنتورية والأغراض العسكرية.

– تحديد الأراضي المحتاجة.

– الخريطة الكنتورية وتسوية الأراضي.

الفصل الثامن

بعض الفوائد التطبيقية للخريطة الكنتورية

الخريطة الكنتورية وتخطيط الطرق:

عرفنا من قبل أن الخريطة الكنتورية تبين شكل سطح الأرض بأبعاده الثلاثة. وتختلف المسافات في الطبيعة عنها على الخريطة، فالمسافة الحقيقية أو الأرضية هي المسافة المقاسة على الأرض مباشرة والتي يقطعها الإنسان فعلاً عند الانتقال بين أى نقطتين على الطبيعة مهما اختلف خط السير. أما المسافة على الخريطة فهي المسافة الأفقية وهي عبارة عن البعد الأفقى بين النقطتين بغض النظر عن الاختلاف بين منسوب كل منهما. وهناك فرق بين المسافتين الحقيقية والأفقية ويزداد هذا الفرق كلما زاد الفرق بين منسوب النقط المختلفتين التي تحدد المسافة المعينة.

ويظهر الفرق في المنسوب بين مختلف النقط يظهر إنحدار السطح الذى يقدر إما بالدرجات أى الزاوية بين المستوى الأفقى والسطح المائل للأرض أو بالنسبة أى بنسبة الفرق في المنسوب إلى المسافة الأفقية. وتختلف درجة الإنحدار زيادة أو نقصاناً على حسب شدة الإنحدار أو تدرجه كما يختلف شكل المنحدر طبقاً لمدى ثبات درجة الإنحدار على طول المنحدر المعين فيكون منتظماً أو محدباً أو مقعراً، خفيفاً فى كل حالة أو شديداً. ويمكن الحصول بكل دقة على نسبة الإنحدار أو درجته أو شكله ونوعه من الخريطة الكنتورية.

وتلعب درجة الإنحدار وتغيرها على طول المنحدرات دوراً هاماً عند تحديد وسائل النقل وتخطيطها باختيار أنسب الخطوط لإنشاء طريق أو مد خط سكة حديد. والجدول التالى يبين بعض درجات الإنحدار ومدى ملائمتها لبعض وسائل النقل:

مدى صلاحية المنحدر لوسائل النقل	وصف المنحدر	نسبته	درجة الإنحدار
يعتبر إنحدار شديد بالنسبة للسكك الحديدية	خفيف	٦٠ : ١	١°
يعتبر شديد الإنحدار بالنسبة للدراجات	متوسط	٦٠ : ١ -	١ - ٣°
يمكن للخيل أن تصعده بالعربات	شديد	٢٠ : ١	٣ - ٩°
طريق صعب للسيارات	حاد	١٠ : ١ -	٦ - ١٢°
لا يمكن للخيل أن تصعده بالعربات	حاد جداً	٥ : ١	١٢ - ٢٠°
لا يمكن للسيارات أن تصعده بالمرّة	حاد خطر	٣ : ١	٢٠ : ٣٠°
لا يمكن للإنسان أن يصعده وهو منتصب القامة	جرف	أكثر من ١ : ٢	أكثر من ٣٠°

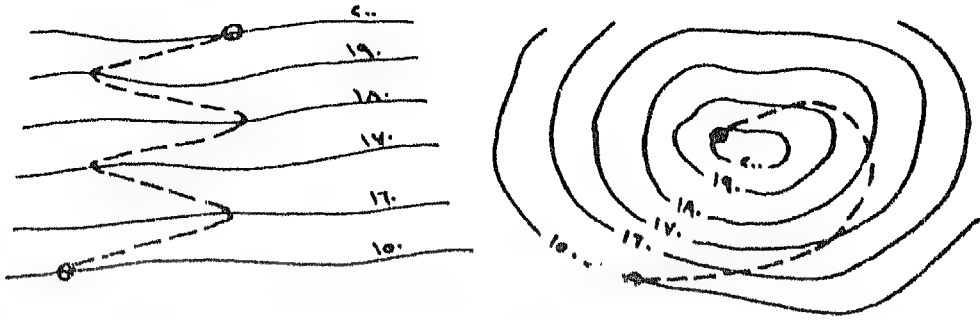
وعند تخطيط الطرق يجب حساب معدل إنحدارها أولاً، ثم بعد ذلك توقع على الخريطة الكنتورية. والمشكلة الأساسية التي تواجه توقييع الطريق على الخريطة هي المحافظة على معدل الإنحدار فى المناطق شديد الإنحدار كالجروف والمنحدرات الشديدة. وللتغلب على هذه المشكلة يجرى تخطيط الطريق فى قاع وادى يقطع هذا المنحدر لأنه من المعروف أن القطاعات الطولية للأودية أقل فى إنحدارها من الجروف والحافات. أو أن يخطط الطريق على شكل خط زجراجى بين خطوط الكنتور، أو على شكل خط حلزونى فى حالة الصعود إلى قمم التلال الإنفرادية.

فإذا كان المطلوب تخليط طريق بنسبة إنحدار ١ : ١٠٠ أو أقل للربط بين نقطتين على الخريطة عبر جرف أو منحدر شديد يجرى الآتى :

١ - يحسب معدل إنحدار الجرف وذلك بقسمة الفارق الرأسى بين قمته وحضيضه على المسافة الأفقية بين القمة والحضيض . فإذا كان عدد الفترة الكتتورية على المنحدر خمسة ومقدارها ١٠ م والمسافة الأفقية ١٠٠٠ م فإن معدل الإنحدار
$$= \frac{5}{1000} = \frac{1}{200} = 1 : 200$$

٢ - وللوصول إلى معدل الإنحدار المطلوب وهو ١ : ١٠٠ يجب ضرب الحد الأيسر للنسبة أو المقام $5 \times$ وهذا معناه زيادة المسافة الأفقية خمسة مرات على الأقل . أنى للصعود من حضيض المنحدر حتى قمته يجب أن يتم فى مسافة أفقية قدرها على الأقل ٥٠٠٠ م . فإذا كان مقياس رسم الخريطة الكتتورية ١ : ١٠٠,٠٠٠ تكون هذه المسافة عليها ٥ سم . أى أن المسافة الأفقية بين كل خط كنتور والذى يليه يجب أن تكون على الأقل ١ سم أو أكثر .

٣ - يفتح الديفيدر فتحة = ١ سم ويركز به على أول خط كنتور من كنتورات المنحدر ويرسم به قوس يقطع خط الكنتور التالى له ناحية القمة فى نقطة تبعد عن النقطة الأولى بمسافة ١٠٠٠ م على الطبيعة . ثم نركز فى نقطة تقاطع القوس مع خط الكنتور ونفس الفتحة يرسم قوس آخر يتقاطع مع خط الكنتور التالى فى نقطة وهكذا بشرط أن يكون إتجاه رسم الأقواس ناحية القمة دائماً . وبذلك يتم الحصول على موقع إمتداد الطريق على المنحدر بنسبة ١ : ١٠٠ (شكل ٩٢) .



تخطيط الطريق على شكل زجراجي

تخطيط الطريق على شكل حلزوني

شكل (٩٢)

الخريطة الكنتورية والأغراض العسكرية:

تعتبر الخريطة الكنتورية من الوثائق الهامة في الميدان العسكري فهي توضح أنسب الطرق لتحريك آلات الحرب، كما توحى بالخطوط التي يحتمل للعدو أن يسلكها، كما تبين أفضل المواقع لإقامة المعسكرات. إلا أن أهم الأهداف العسكرية التي تحققها الخريطة الكنتورية هو تحديد إمكانية الرؤية في المناطق المضروسة من نقطة لأخرى لما لذلك من أهمية في الإستطلاع وتحديد نوع القصف المناسب بالمدفعية لموقع العدو وتحديد المناطق المحتملة غير المرئية التي يمكن أن يختفى فيها العدو.

وهناك عدة طرق لتحديد إمكانية الرؤية بين نقطتين يمكن تلخيصها فيما

يلي:

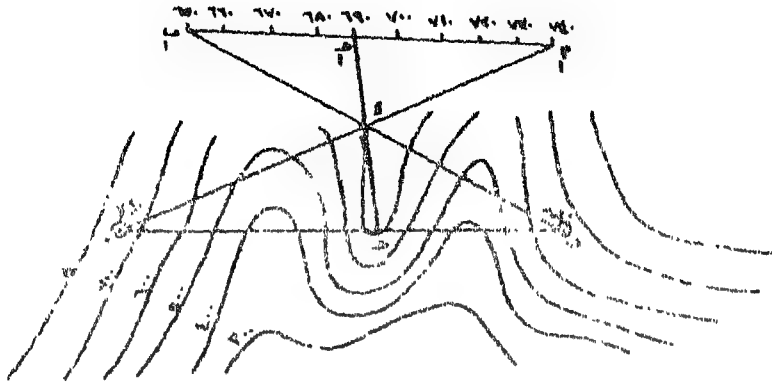
- ١ - قراءة خطوط الكنتور : يمكن تبين إمكانية رؤية نقطة معينة من نقطة أخرى من دراسة خطوط الكنتور من حيث كونها تمثل إنحداراً محدباً أو إنحداراً مقعراً. فإذا كانت الخطوط تبين إنحدار محدب فلا يمكن الرؤية، أما إذا بينت

إنحداراً مقعراً فإن الرؤية ممكنة ما لم تكن هناك ظاهرة صغيرة لاتوضحها
خريطة الكنتور بسبب كبر الفترة الكنتورية.

٢ - طريق القطاع التضاريسى : وفى هذه الطريقة يتم رسم قطاع تضاريسى بين
النقطتين المراد تحديد إمكانية رؤية إحداهما من الأخرى. ثم يرسم خطاً
مستقيماً بين النقطتين على القطاع يمثل خط النظر فإذا تقاطع هذا الخط
مع خط القطاع فلا يمكن الرؤية وتصبح المنطقة الواقعة خلف العائق الذى
يمنع الرؤية منطقة محتجبة. وبين (شكل ٩٣) طريقة مبسطة ومختصرة
لتحديد إمكانية الرؤية على الخريطة الكنتورية مباشرة وهى تشبه إلى حد ما
طريقة القطاع التضاريسى. وفيها يتم رسم أعمدة على الخط الواصل بين
النقطتين من النقط التى تمثل قمم المرتفعات أو محاور أراضي ما بين الأودية
يتناسب طولها مع ارتفاعها بمقياس رسم مناسب.

٣ - طريقة المثلثات المتشابهة : تعتمد هذه الطريقة على فكرة المثلثات المتشابهة.
ففى الخريطة الكنتورية (شكل ٩٤) هل يمكن رؤية النقطة أ من النقطة
ب مع وجود العائق جـ بينهما ؟ لتطبيق هذه الطريقة يتم تحديد منسوب
كل من أ ، ب بالنسبة لأقرب خط كنتور إذا لم يقعا بالفعل على خط
كنتور، فإذا كان منسوب أ = ٧٤٠ م ومنسوب ب = ٦٥٠ م يتم توصيل
النقطتين بخط مستقيم أ ب ، ثم يرسم خطاً موازياً له خارج الشكل وليكن
أ ١ ، ب ١ فى ترتيب عكسى ويقسم هذا الخط إلى عدد من الأقسام يتناسب
مع فرق المنسوب بين النقطتين أى يقسم إلى تسعة أقسام يمثل كل قسم
منها ١٠ م ثم نصل أ ١ ثم ب ١ ، فيتقاطعان فى نقطة د . يرسم خط
من نقطة ج التى تمثل أعلى نقطة على الخط أ ب إلى النقطة د ويمد
على إستقامته حتى يتلاقى مع أ ١ ب ١ فى ج ١ ويحدد قيمتها على هذا
الخط، فإذا كانت قيمتها على الخط أ ١ ب ١ أكبر من منسوب النقطة جـ

على الخريطة الكنتورية فإن الرؤية ممكنة بين النقطتين أ ، ب ، أما إذا كانت قايمة جـ ، أقل من منسوب جـ فإنه لا يمكن رؤية النقطة ب من نقطة أ حيث أن العائق جـ يحول دون تلك الرؤية.



شكل (٩٤)

تحديد الأراضي المحتجبة Dead Ground :

يمكن تحديد المناطق التي لا يمكن رؤيتها من نقطة رصد معينة على الخريطة الكنتورية، وهناك عدة طرق لتحديدها :

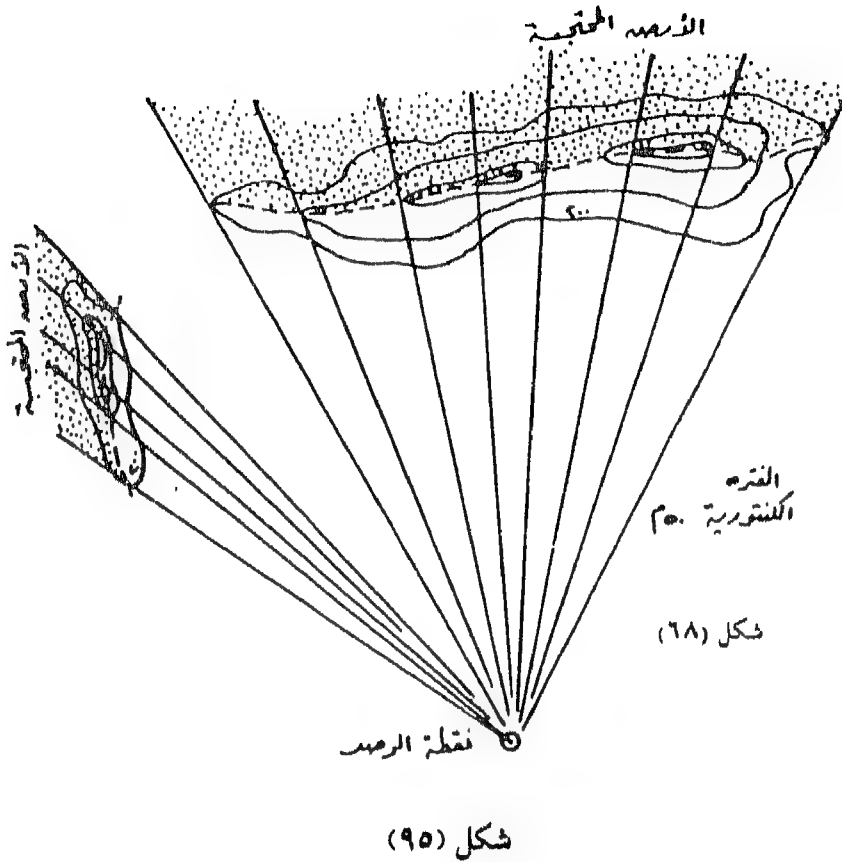
١ - طريقة القطاعات التضاريسية : وتتلخص هذه الطريقة في :

أ - ترسم أشعة تنبعث من نقطة الرصد تجاه المناطق التي يراد تحديد الأجزاء المحتجبة منها. ويمثل كل شعاع خط نظر يتم إنشاء قطاع تضاريسي عليه في ورقة خارجية، ويحدد على كل قطاع النقط التي تختفي بعدها الأرض والنقط التي تظهر بعدها.

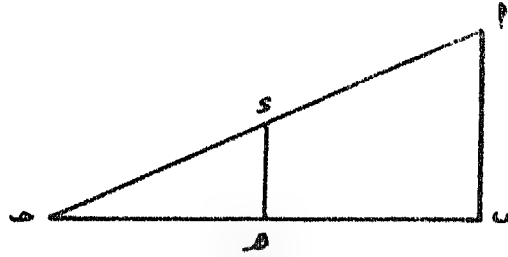
ب - تنقل هذه النقط إلى الأشعة المرسومة على الخريطة الكنتورية.

جـ - توصل النقط التي تختفي الأرض بعدها بخط، كما توصل النقط التي تظهر بعدها بخط آخر.

د - تظلّل المساحات المحصورة بين خط الإختفاء وخط الرؤية فتكون هي الأرض المحتجة التي لا يمكن رؤيتها من نقطة الرصد، (شكل ٩٥).



٢ - طريقة فرق المنسوب : تعتمد هذه الطريقة على قاعدة التناسب بين أضلاع المثلثات المتطابقة . ففي (شكل ٩٦) المثلثين أ ب ج د هـ ، ج د هـ $\frac{ج د هـ}{ج ب د هـ} = \frac{د هـ}{أ ب د هـ}$. فإذا كان ج ب ضعف ج د هـ فإن أ ب ضعف د هـ .



شكل (٩٦)

وشرتب على هذه القاعدة أن فرق المنسوب بين نقطتي جـ ، د يساوى ضعف فرق المنسوب بين جـ ، د فى مقابل أن المسافة الأفقية بين جـ ، ب تساوى ضعف المسافة الأفقية بين جـ ، هـ.

ويمكن الإستفادة من هذه القاعدة الرياضية فى تحديد الأراضى المحتجة على الخريطة الكنتورية. فإذا كانت نقطة أ على منسوب ١٠م، ونقطة ب على المنسوب ٢٠م - أى أن فرق المنسوب بينهما ١٠م - والمسافة بينهما على الخريطة ٤ سم، فعلى بعد ٨ سم من أ وعلى إمتداد الخط أ ب سيكون منسوب نقطة جـ ٣٠م، أى أن فرق المنسوب بين أ ، جـ = ٢ م. وعلى ذلك فكل نقطة تقع خلف نقطة جـ وعلى إمتداد الخط أ ب منسوبها أقل من ٣٠م لا يمكن رؤيتها من نقطة أ ، وبالتالي فكل نقطة خلف جـ ومنسوبها أعلى من ٣٠م فإنه يمكن رؤيتها من أ .

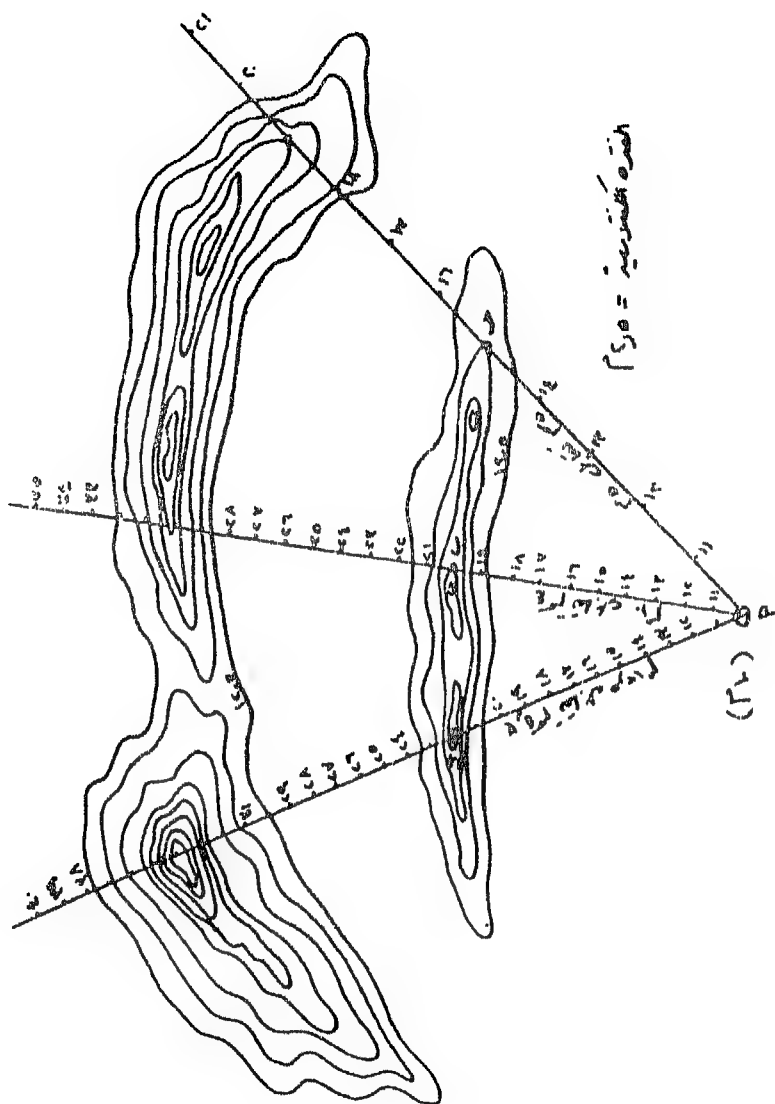
وتتلخص طريقة فرق المنسوب فى المثال التالى : بفرض أن نقطة الرصد (أ) على منسوب ١٠م، وهناك تل يمتد عرضياً كما تبينه خطوط الكنتور ترتفع قمته إلى ٢٠م، ويراد تحديد المناطق المحتجة والأخرى التى يمكن رؤيتها من نقطة أ خلف هذا التل، تجرى الخطوات التالية:

أ - ترسم أشعة تنبعث من نقطة الرصد أ تجاه التل العرضى وتمد إلى المناطق الواقعة خلفه والتي يراد تحديد الأجزاء المحتجة منها.

ب - يسجل على كل شعاع معدل الارتفاع ، ويقسم كل خط على هيئة مقياس رسم خطى تبعاً لمعدل ارتفاع خط النظر. فخط النظر أ ب مثلاً (شكل ٩٧) طوله ٤ سم وفرق المنسوب ١٠ م ، أى أن معدل الارتفاع هو متراً واحداً لكل ٤ م على الخريطة، فيقسم الخط إلى عشرة أقسام وتسجل عليه المناسب بدءاً من نقطة أ : ١١ ، ١٢ ، ١٣ ، إلى ٢٠ م عند ب. ويعد الخط بعد النقطة ب ويدرج بنفس الطريقة : ٢١ ، ٢٢ ، ٢٣ ، ٢٤ .. إلخ. وكذلك الخط أ ج الذى طوله على الخريطة ٦ سم، والخط أ د الذى طوله ٥,٥ سم وبقية الخطوط البينية الأخرى.

ج - يحدد على كل شعاع أول نقطة تظهر للراصد الواقف فى أ . وبداية فإن أول نقطة تظهر هى التى يتساوى عندها منسوب خط النظر مع منسوب سطح الأرض كما تبينه خطوط الكنتور، وذلك بمطابقة قيم نقط التدرج على خط النظر بقيم خطوط الكنتور. وطالما ظلت قيم خطوط الكنتور أكبر من قيم نقط التدرج تكون الأرض على إمتداد خط النظر مرئية بالنسبة للنقطة أ. أما آخر نقطة يمكن أن تشاهد على خط النظر من أ فهى النقطة التى يتساوى عندها منسوب سطح الأرض كما تبينه خطوط الكنتور مع قيمة إحدى نقطة التدرج، وبعدها تصبح قيم خطوط الكنتور أقل من قيم نقط التدرج، وهذا يعنى أن تلك الأجزاء على إمتداد خط النظر لا يمكن رؤيتها من أ.

د - بعد توقيع النقاط المحددة للمناطق المرئية والمناطق المحتجة يتم التوصيل بينها، وتظلل المناطق غير المرئية بظل مميز.



شكل (٩٧)

الخريطة الكنتورية وتسوية الأراضي

يعتبر موضوع تسوية الأراضي من الموضوعات الهامة في مصر الآن حيث يجرى إستصلاح مئات الآلاف من الأفدنة. وتتطلب العمليات الزراعية المختلفة أرضاً يتيسر للمياه أن تسرى فوقها بالتساوى دون أن تسبب نحرًا وتآكلًا في الأرض. فالأرض ينبغي أن يكون لها إنحداراً مستمراً منتظماً لمسافات طويلة بقدر الإمكان وفي أى اتجاه. ويجب الإشارة هنا قبل الدخول فى تفاصيل العمل الخرائطى إلى أنه من الأهمية بمكان عند تسوية الأرض لإختيار الوقت الملائم لعملية التسوية، وعادة يكون الفصل الجاف هو أنسب الأوقات، وذلك بعد أن تنظف الأرض جيداً من الأعشاب والحشائش.

حسابات تسوية الأراضي بطريقة كنتور الحفر والردم :

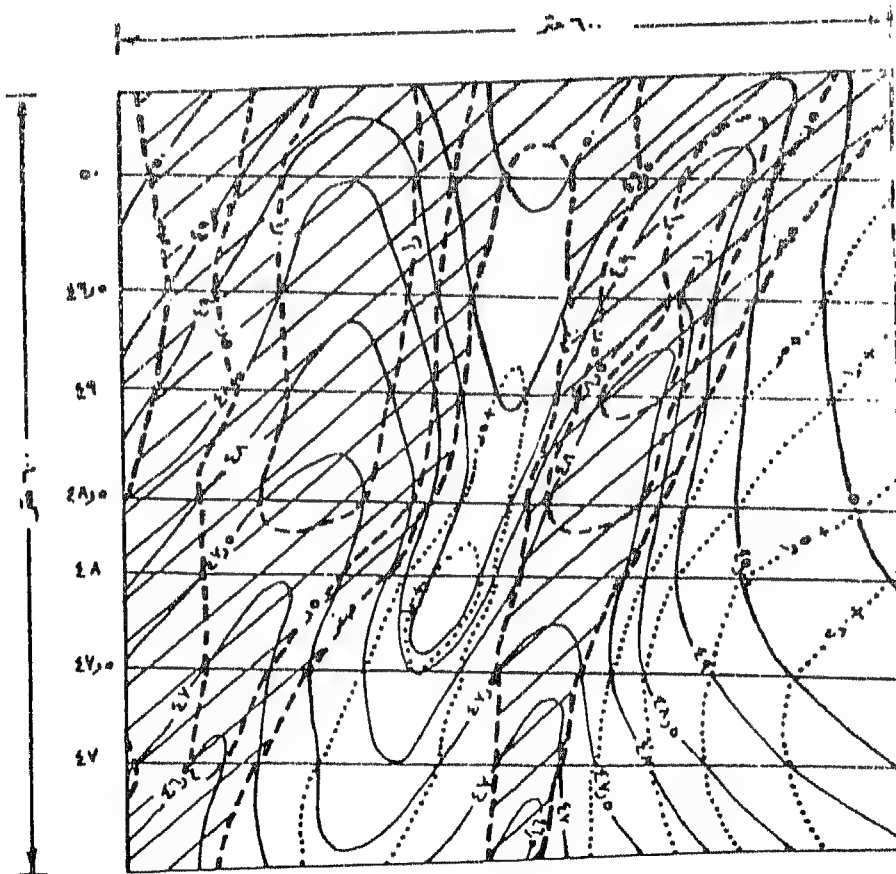
تعتمد هذه الطريقة على إنشاء خريطة كنتورية دقيقة للمنطقة المراد تسويتها وتزود هذه الطريقة العامل الذى يقوم بتشغيل آلة التسوية بخريطة تبين درجة الحفر والردم.

خطوات العمل :

- ١ - تجهز خريطة كنتورية دقيقة للأرض المراد تسويتها بفترة كنتورية صغيرة ومقياس رسم كبير مناسبين للدقة المطلوبة.
- ٢ - تحدد إنحدارات سطح التسوية، وذلك باتباع إنحدارات سطح الأرض، الأصلية قدر الإمكان، وليس من الضروري أن يكون الإنحدار منتظماً. وبراعى عند إختيار هذه الإنحدارات تكلفة التنفيذ وذلك بإنقاص المقدار الكلى لكميات الحفر والردم وسهولة إنسياب المياه والمحافظة على التربة من الإنجراف.

- ٣ - ترسم خطوط كنتور الإنحدار المقترح على الخريطة الكنتورية وهي مبينة بخطوط مستقيمة منتظمة (شكل ٩٨).
- ٤ - تحدد نقط تقاطع خطوط كنتور التسوية مع خطوط كنتور سطح الأرض الأصلية، ويسجل بجوار كل نقطة الفرق بينهما، فإذا كان قيمة خط كنتور التسوية أقل من قيمة خط كنتور سطح الأرض كان الفرق مثلاً لعمق الحفر وتعطى له الإشارة (+). أما إذا كانت قيمة خط كنتور التسوية أكبر من قيمة خط كنتور سطح الأرض فإن الفرق يكون مثلاً للإرتفاع الردم وتعطى له الإشارة (-).
- ٥ - تصل النقاط ذات الفرق المتساوى بخط مميز (مقطع من الشكل)، والخط الذى قيمته صفر هو الخط الفاصل بين منطقة الحفر والردم. وتسمى هذه الخطوط بخطوط الحفر المتساوى أو خطوط الردم المتساوى.
- ٦ - تقاس المساحات المحصورة بخطوط عمق الحفر المتساوى أو إرتفاع الردم المتساوى بالبلانيمتر، وتحسب حجم الأتربة الناجمة بطريقة متوسط القاعدتين كالتالى :
- أ - لإيجاد حجم الردم بين خطى تساوى صفر، - ٠,٥ تقاس المساحة المحصورة بخط صفر، وتلك المحصورة بخط - ٠,٥ بالبلانيمتر ثم تحسب متوسط المساحتين. بضرب متوسط المساحتين \times الفارق الرأسى بين خطى التساوى (٠,٥ م) ينتج الكمية الواجب ردمها.
- ب - تقاس المساحة التى يضمها خط تساوى - ١,٠٠، وتحسب متوسط المساحتين بين - ٠,٥ - ١,٠٠. ويضرب متوسط المساحتين \times الفارق الرأسى بينهما ينتج كمية الردم.
- ج - يستمر فى العمل حتى أقل منسوب، ثم تجمع الكميات للحصول على الكمية الكلية فى حالة الردم. ويكرر نفس العمل فى حالة الحفر حتى أعلى منسوب.
- د - يجب الأخذ فى الاعتبار أن يزيد مقدار الحفر بكمية تتراوح بين ٥ ، ١٥ ٪ عن مقدار الردم وذلك لسد العجز الناتج عن فقد الأتربة والتقوس

- في سطح الأرض الذي يحدث عن ذلك التربة النهائي.
- ٧ - يجب أن تتساوى تقريباً مساحات الحفر مع مساحات الردم، وإذا وجد فرق كبير ترحزح خطوط كنتور التسوية المقترحة ناحية ضد الانحدار فيزداد الحفر أو ناحية لإتجاه الانحدار فتزداد كمية الردم.
- ٨ - تعطى الخريطة النهائية لعامل التشغيل مع وجود بيان إتجاه نقل الأتربة عليها بواسطة أسهم.



خريطة تسوية الأرض بطريقة كنتور الحفر والردم

شكل (٩٨)

الردم			الحفر			العمق
الحجم / م ^٣	متوسط المساحة / م ^٢	المساحة م ^٢ /	الحجم / م ^٣	متوسط المساحة / م ^٢	المساحة م ^٢ /	
٧٤٢٥٠	١٤٨٥٠٠	١٩٣٦٠٠	٦٤٠٧٥	١٣٢١٥٠	١٦٦٤٠٠	صفر
٣٦٠٥٠	٧٢١٠٠	١٠٣٥٠٠	٤١١٢٥	٨٢٢٥٠	٩٧٩٠٠	٠,٥٠
١٠١٧٥	٢٠٣٥٠	٤٠٧٠٠	٢٥٦٧٥	٥١٣٥٠	٦٦٦٠٠	١,٠٠
		صفر	١٢٧٠٠	٢٥٤٠٠	٣٦١٠٠	١,٥٠
			٣٦٧٥	٧٣٥٠	١٤٧٠٠	٢,٠٠
					صفر	٢,٥٠٠
١٣٠٤٧٥			١٤٧٢٥٠			

الحفر يزيد بمقدار ٢٢٪ عن الردم.

المراجع الرئيسية

أولاً : المراجع العربية :

- ١ - أحمد أحمد مصطفى : الجغرافيا العملية والخرائط، الطبعة الثانية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩٢ .
- ٢ - : الخرائط الجيولوجية - للجغرافيين والخرائطيين، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٨٨ .
- ٣ - : وادى النيل بين إدفو وإسنا - دراسة جيومورفولوجية - رسالة ماجستير غير منشورة، الإسكندرية ١٩٧٦ .
- ٤ - : حوض وادى حنيقة بالمملكة العربية السعودية : دراسة جيومورفولوجية. رسالة دكتوراة غير منشورة. الإسكندرية ١٩٨٢ .
- ٥ - على سالم شكرى وزملاؤه : المساحة المستوية - الكميات والميزانيات. الإسكندرية ١٩٨٥ .
- ٦ - على عبد الوهاب شاهين : بحوث فى الجيومورفولوجيا. الإسكندرية ١٩٧٧ .
- ٧ - فتح الله عوض وزملاؤه : جيولوجيا الحقل - مترجم. القاهرة ١٩٦٧ .
- ٨ - فخرى موسى نخله وزملاؤه : التراكيب والخرائط الجيولوجية. القاهرة ١٩٧٠ .
- ٩ - محب الدين حسين وزملاؤه : المساحة الجيولوجية ومساحة المناجم والانفاق. القاهرة ١٩٧٠ .
- ١٠ - محمد بريان وزملاؤه : قراءة وتحليل الخريطة الطبغرافية - منشورات اللجنة الوطنية المغربية للجغرافية - الرباط ، ١٩٨٩ .
- ١١ - محمد صبحى عبد الحكيم وزميله : علم الخرائط. القاهرة ١٩٦٦ .

١٢ - محمود عبد اللطيف عصفور وزميله الخرائط ومبادئ المساحة القاهرة

١٩٧٠

١٣ - يحيى عيسى فرحان : تظليل التضاريس - دراسة كارتوجرافية. المجلة

الجغرافية السورية، المجلد الرابع. دمشق ١٩٧٩ .

١٤ - لوحات من أطلس مصر الطبوغرافي مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ ومقياس

١ : ٥٠ ٠٠٠ ومقياس ١ : ٢٥,٠٠٠ . الهيئة

المصرية العامة للمساحة. القاهرة.

١٥ - لوحات طبوغرافية بمقاييس رسم مختلفة. المملكة المتحدة.

ثانياً : المراجع الأجنبية :

1. Bannister, A. & Raymond, S., "Surveying", London, 1979.
2. Bryant, V. S. & Hughes, T. H., "Map Work", Oxford, 1934.
3. Bygott, J., "An Introduction to Map Work and Practical Geography", London, 1952.
4. Curran, H. & Others, " Atlas of Landforms", London, 1973.
5. Curran, J. P.1967, "Cartographic Relief Portrayal", The Cartographer, Vol. 4.
6. Dickinson, G. C., "Statistical Mapping and Presentation of Statistics", London, 1977.
7. Doornkamp, J. C. & King, C. A. M., "Numerical Analysis in Geomorphology - An Introduction ". London, 1971.
8. Dornbach, J. E. 1956, "An Approach to Design of Terrain Representation", Surveying and Mapping, Vol. 16.
9. Gardiner, V., "Drainage Basin Morphometry". In Goudie, A. editor, A manual of Geomorphological Techniques, Thesis, Allen & Unwin, London,1990.
10. Hammond, E. H. 1954, "Small Scale Continental Landform Maps", Annals of the Association of American Geographers, Vol. 44.
11. 1964, "Analysis of Properties in Landform Geograhpy: An Application to Broad Scale Landform

- Mapping", *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 54.
12. Horton, R. E., 1932, "Drainage Basin Characteristics ". *Amer. Geophys. Union, Tr.*
 13., 1945, "Erosional Development of Streams and Their Drainage Basin, Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology". *Geol. Soc. Amer. Bull.*, Vol. 56.
 14. Imhof, E., "Cartographic Relief Presentation". *Waler de Gruyter, New York*, 1982.
 15. Jenks, G. F. & Caspall, F. C., "Vertical Exaggeration in Three Dimentional Mapping", *Tech. Rept. No. 2, Geography Branch, ONR*. 1967.
 16. Keates, J. S., 1961, "Techniques of Relief Representation", *Surveying and Mapping*, Vol. 21.
 17. MacMahan, H. Jr., "Streogram Book of Contqurs". *Hubbard Scientific Co. Illinois*, 1974.
 18. Melton, M. A., 1958, "Correlation Structure of Morphometric Properties of Drainage Systems and Their Controlling Agents". *Jour. Geol.*, Vol. 66.
 19. Miller, V. C., " A quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area,

Virginia and Tennessee". Columbia Univ. Ph. D.
Dissertation, 1953.

20. Pickles, T., "Map Reading", London, 1947.
21., "Intermediate Map Reading", London, 1951.
22. Raisz, E. 1931, "The Physiographic Method for Representing
Scenery on Maps", The Geographical Review, Vol. 21.
23. Richarme, P. 1963, "The Photographic Hill Shading of Maps",
Surveying and Mapping, vol. 23.
24. Ridd, M. K. 1963, "The Proportional Relief Landform Map",
Annals of the Association of American Geographers,
Vol. 53.
25. Robinson, A. H. & Sale, R. D., "Elements of Cartography",
New York, 1969.
26. Schumm, S. A., 1956, "Evolution of Drainage Systems and
Slopes in Bad Lands at Perth Amboy, New Jersey".
Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 67.
27. Shreve, R. L., 1974, "Variation of Main Stream Length with
Basin Area in River Networks". Water Resource Res.,
Vol. 10.
28. Smith, K. G., 1950, "Standards for Grading Texture of
Erosional Topography". Amer. J. Sci., Vol. 248.
29. Strahler, A. N., 1952, "Hypsometric (area - altitude) Analysis of
Erosional Topography". Geol. Soc. Amer. Bull.,
Vol. 63.

30., "Quantitative Analysis of Drainage Basins Networks".
Handbook of Applied Hydrology, V. T. Chow (ed.),
1964.
31., "Physical Geography", New York, 1971.
32. Tanaka, K. 1950, "The Relief Contour Method of Representing
Topography on Maps", The Geographical Review, Vol.
40.
33. Wilkinson, H. R. & Monkhouse, F. J., "Maps and Diagrams",
London, 1974.
34. Yoeli, P. 1959, "Relief Shading", Surveying and Mapping, Vol.
19.
35. 1965, "Analytical Hill Shading", Surveying and Mapping,
Vol. 25.
36. 1967, "Analytical Hill Shading and Density",
Surveying and Mapping, Vol. 26.
37. 1967, "Mechanization in Analytical Hill Shading ",
The Cartographic Journal, Vol. 4.

ملحق جداول الاستاديا

ملحق (١) : جدول تصحيح المسافات بطريقة شمرات الاستاديا

الدرجة المسافة	صفر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
٠	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٧	٩٩,٨٨	٩٩,٧٣	٩٩,٥١	٩٩,٢٤	٩٨,٩١	٩٨,٠١	٩٨,٠٦
٢	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٧	٩٩,٨٧	٩٩,٧٢	٩٩,٥١	٩٩,٢٣	٩٩,٩٠	٩٨,٥٠	٩٨,٠٥
٤	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٧	٩٩,٨٧	٩٩,٧١	٩٩,٥٠	٩٩,٢٢	٩٨,٨٨	٩٨,٤٨	٩٨,٠٣
٦	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٦	٩٩,٨٧	٩٩,٧١	٩٩,٤٩	٩٩,٢١	٩٨,٨٧	٩٨,٤٧	٩٨,٠١
٨	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٦	٩٩,٨٦	٩٩,٧٠	٩٩,٤٨	٩٩,٢٠	٩٨,٨٦	٩٨,٤٦	٩٨,٠٠
١٠	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٦	٩٩,٨٦	٩٩,٦٩	٩٩,٤٧	٩٩,١٩	٩٨,٨٥	٩٨,٤٤	٩٨,٩٨
١٢	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٦	٩٩,٨٥	٩٩,٦٩	٩٩,٤٦	٩٩,١٨	٩٨,٨٣	٩٨,٤٣	٩٨,٩٧
١٤	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٥	٩٩,٨٥	٩٩,٦٨	٩٩,٤٦	٩٩,١٧	٩٨,٨٢	٩٨,٤١	٩٨,٩٥
١٦	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٥	٩٩,٨٤	٩٩,٦٨	٩٩,٤٥	٩٩,١٦	٩٨,٨١	٩٨,٤٠	٩٨,٩٣
١٨	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٥	٩٩,٨٤	٩٩,٦٧	٩٩,٤٤	٩٩,١٥	٩٨,٨٠	٩٨,٣٩	٩٨,٩٢
٢٠	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٥	٩٩,٨٣	٩٩,٦٦	٩٩,٤٣	٩٩,١٤	٩٨,٧٨	٩٨,٣٧	٩٨,٩٠
٢٢	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٤	٩٩,٨٣	٩٩,٦٦	٩٩,٤٢	٩٩,١٣	٩٨,٧٧	٩٨,٣٦	٩٨,٨٨
٢٤	١٠٠,٠٠	٩٩,٩٤	٩٩,٨٢	٩٩,٦٥	٩٩,٤١	٩٩,١٢	٩٨,٧٥	٩٨,٣٤	٩٨,٨٧
٢٦	٩٩,٩٩	٩٩,٩٤	٩٩,٨٢	٩٩,٦٤	٩٩,٤٠	٩٩,١٠	٩٨,٧٤	٩٨,٣٣	٩٨,٨٥

9V, 83	9A, 31	9A, 73	99, 09	99, 39	99, 73	99, 81	99, 93	9A
9V, 82	9A, 29	9A, 72	99, 08	99, 38	99, 72	99, 81	99, 92	9A
9V, 80	9A, 28	9A, 71	99, 07	99, 37	99, 71	99, 80	99, 91	9A
9V, 78	9A, 27	9A, 70	99, 06	99, 36	99, 70	99, 79	99, 90	9A
9V, 77	9A, 26	9A, 69	99, 05	99, 35	99, 69	99, 78	99, 89	9A
9V, 76	9A, 25	9A, 68	99, 04	99, 34	99, 68	99, 77	99, 88	9A
9V, 75	9A, 24	9A, 67	99, 03	99, 33	99, 67	99, 76	99, 87	9A
9V, 74	9A, 23	9A, 66	99, 02	99, 32	99, 66	99, 75	99, 86	9A
9V, 73	9A, 22	9A, 65	99, 01	99, 31	99, 65	99, 74	99, 85	9A
9V, 72	9A, 21	9A, 64	99, 00	99, 30	99, 64	99, 73	99, 84	9A
9V, 71	9A, 20	9A, 63	99, 99	99, 29	99, 63	99, 72	99, 83	9A
9V, 70	9A, 19	9A, 62	99, 98	99, 28	99, 62	99, 71	99, 82	9A
9V, 69	9A, 18	9A, 61	99, 97	99, 27	99, 61	99, 70	99, 81	9A
9V, 68	9A, 17	9A, 60	99, 96	99, 26	99, 60	99, 69	99, 80	9A
9V, 67	9A, 16	9A, 59	99, 95	99, 25	99, 59	99, 68	99, 79	9A
9V, 66	9A, 15	9A, 58	99, 94	99, 24	99, 58	99, 67	99, 78	9A
9V, 65	9A, 14	9A, 57	99, 93	99, 23	99, 57	99, 66	99, 77	9A
9V, 64	9A, 13	9A, 56	99, 92	99, 22	99, 56	99, 65	99, 76	9A
9V, 63	9A, 12	9A, 55	99, 91	99, 21	99, 55	99, 64	99, 75	9A
9V, 62	9A, 11	9A, 54	99, 90	99, 20	99, 54	99, 63	99, 74	9A
9V, 61	9A, 10	9A, 53	99, 89	99, 19	99, 53	99, 62	99, 73	9A
9V, 60	9A, 09	9A, 52	99, 88	99, 18	99, 52	99, 61	99, 72	9A

١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤	٥٥	٥٦	٥٧	٥٨	٥٩	٦٠	٦١	٦٢	٦٣	٦٤	٦٥	٦٦	٦٧	٦٨	٦٩	٧٠	٧١	٧٢	٧٣	٧٤	٧٥	٧٦	٧٧	٧٨	٧٩	٨٠	٨١	٨٢	٨٣	٨٤	٨٥	٨٦	٨٧	٨٨	٨٩	٩٠	٩١	٩٢	٩٣	٩٤	٩٥	٩٦	٩٧	٩٨	٩٩	١٠٠	١٠١	١٠٢	١٠٣	١٠٤	١٠٥	١٠٦	١٠٧	١٠٨	١٠٩	١١٠	١١١	١١٢	١١٣	١١٤	١١٥	١١٦	١١٧	١١٨	١١٩	١٢٠	١٢١	١٢٢	١٢٣	١٢٤	١٢٥	١٢٦	١٢٧	١٢٨	١٢٩	١٣٠	١٣١	١٣٢	١٣٣	١٣٤	١٣٥	١٣٦	١٣٧	١٣٨	١٣٩	١٤٠	١٤١	١٤٢	١٤٣	١٤٤	١٤٥	١٤٦	١٤٧	١٤٨	١٤٩	١٥٠	١٥١	١٥٢	١٥٣	١٥٤	١٥٥	١٥٦	١٥٧	١٥٨	١٥٩	١٦٠	١٦١	١٦٢	١٦٣	١٦٤	١٦٥	١٦٦	١٦٧	١٦٨	١٦٩	١٧٠	١٧١	١٧٢	١٧٣	١٧٤	١٧٥	١٧٦	١٧٧	١٧٨	١٧٩	١٨٠	١٨١	١٨٢	١٨٣	١٨٤	١٨٥	١٨٦	١٨٧	١٨٨	١٨٩	١٩٠	١٩١	١٩٢	١٩٣	١٩٤	١٩٥	١٩٦	١٩٧	١٩٨	١٩٩	٢٠٠	٢٠١	٢٠٢	٢٠٣	٢٠٤	٢٠٥	٢٠٦	٢٠٧	٢٠٨	٢٠٩	٢١٠	٢١١	٢١٢	٢١٣	٢١٤	٢١٥	٢١٦	٢١٧	٢١٨	٢١٩	٢٢٠	٢٢١	٢٢٢	٢٢٣	٢٢٤	٢٢٥	٢٢٦	٢٢٧	٢٢٨	٢٢٩	٢٣٠	٢٣١	٢٣٢	٢٣٣	٢٣٤	٢٣٥	٢٣٦	٢٣٧	٢٣٨	٢٣٩	٢٤٠	٢٤١	٢٤٢	٢٤٣	٢٤٤	٢٤٥	٢٤٦	٢٤٧	٢٤٨	٢٤٩	٢٥٠	٢٥١	٢٥٢	٢٥٣	٢٥٤	٢٥٥	٢٥٦	٢٥٧	٢٥٨	٢٥٩	٢٦٠	٢٦١	٢٦٢	٢٦٣	٢٦٤	٢٦٥	٢٦٦	٢٦٧	٢٦٨	٢٦٩	٢٧٠	٢٧١	٢٧٢	٢٧٣	٢٧٤	٢٧٥	٢٧٦	٢٧٧	٢٧٨	٢٧٩	٢٨٠	٢٨١	٢٨٢	٢٨٣	٢٨٤	٢٨٥	٢٨٦	٢٨٧	٢٨٨	٢٨٩	٢٩٠	٢٩١	٢٩٢	٢٩٣	٢٩٤	٢٩٥	٢٩٦	٢٩٧	٢٩٨	٢٩٩	٣٠٠	٣٠١	٣٠٢	٣٠٣	٣٠٤	٣٠٥	٣٠٦	٣٠٧	٣٠٨	٣٠٩	٣١٠	٣١١	٣١٢	٣١٣	٣١٤	٣١٥	٣١٦	٣١٧	٣١٨	٣١٩	٣٢٠	٣٢١	٣٢٢	٣٢٣	٣٢٤	٣٢٥	٣٢٦	٣٢٧	٣٢٨	٣٢٩	٣٣٠	٣٣١	٣٣٢	٣٣٣	٣٣٤	٣٣٥	٣٣٦	٣٣٧	٣٣٨	٣٣٩	٣٤٠	٣٤١	٣٤٢	٣٤٣	٣٤٤	٣٤٥	٣٤٦	٣٤٧	٣٤٨	٣٤٩	٣٥٠	٣٥١	٣٥٢	٣٥٣	٣٥٤	٣٥٥	٣٥٦	٣٥٧	٣٥٨	٣٥٩	٣٦٠	٣٦١	٣٦٢	٣٦٣	٣٦٤	٣٦٥	٣٦٦	٣٦٧	٣٦٨	٣٦٩	٣٧٠	٣٧١	٣٧٢	٣٧٣	٣٧٤	٣٧٥	٣٧٦	٣٧٧	٣٧٨	٣٧٩	٣٨٠	٣٨١	٣٨٢	٣٨٣	٣٨٤	٣٨٥	٣٨٦	٣٨٧	٣٨٨	٣٨٩	٣٩٠	٣٩١	٣٩٢	٣٩٣	٣٩٤	٣٩٥	٣٩٦	٣٩٧	٣٩٨	٣٩٩	٤٠٠	٤٠١	٤٠٢	٤٠٣	٤٠٤	٤٠٥	٤٠٦	٤٠٧	٤٠٨	٤٠٩	٤١٠	٤١١	٤١٢	٤١٣	٤١٤	٤١٥	٤١٦	٤١٧	٤١٨	٤١٩	٤٢٠	٤٢١	٤٢٢	٤٢٣	٤٢٤	٤٢٥	٤٢٦	٤٢٧	٤٢٨	٤٢٩	٤٣٠	٤٣١	٤٣٢	٤٣٣	٤٣٤	٤٣٥	٤٣٦	٤٣٧	٤٣٨	٤٣٩	٤٤٠	٤٤١	٤٤٢	٤٤٣	٤٤٤	٤٤٥	٤٤٦	٤٤٧	٤٤٨	٤٤٩	٤٥٠	٤٥١	٤٥٢	٤٥٣	٤٥٤	٤٥٥	٤٥٦	٤٥٧	٤٥٨	٤٥٩	٤٦٠	٤٦١	٤٦٢	٤٦٣	٤٦٤	٤٦٥	٤٦٦	٤٦٧	٤٦٨	٤٦٩	٤٧٠	٤٧١	٤٧٢	٤٧٣	٤٧٤	٤٧٥	٤٧٦	٤٧٧	٤٧٨	٤٧٩	٤٨٠	٤٨١	٤٨٢	٤٨٣	٤٨٤	٤٨٥	٤٨٦	٤٨٧	٤٨٨	٤٨٩	٤٩٠	٤٩١	٤٩٢	٤٩٣	٤٩٤	٤٩٥	٤٩٦	٤٩٧	٤٩٨	٤٩٩	٥٠٠	٥٠١	٥٠٢	٥٠٣	٥٠٤	٥٠٥	٥٠٦	٥٠٧	٥٠٨	٥٠٩	٥١٠	٥١١	٥١٢	٥١٣	٥١٤	٥١٥	٥١٦	٥١٧	٥١٨	٥١٩	٥٢٠	٥٢١	٥٢٢	٥٢٣	٥٢٤	٥٢٥	٥٢٦	٥٢٧	٥٢٨	٥٢٩	٥٣٠	٥٣١	٥٣٢	٥٣٣	٥٣٤	٥٣٥	٥٣٦	٥٣٧	٥٣٨	٥٣٩	٥٤٠	٥٤١	٥٤٢	٥٤٣	٥٤٤	٥٤٥	٥٤٦	٥٤٧	٥٤٨	٥٤٩	٥٥٠	٥٥١	٥٥٢	٥٥٣	٥٥٤	٥٥٥	٥٥٦	٥٥٧	٥٥٨	٥٥٩	٥٦٠	٥٦١	٥٦٢	٥٦٣	٥٦٤	٥٦٥	٥٦٦	٥٦٧	٥٦٨	٥٦٩	٥٧٠	٥٧١	٥٧٢	٥٧٣	٥٧٤	٥٧٥	٥٧٦	٥٧٧	٥٧٨	٥٧٩	٥٨٠	٥٨١	٥٨٢	٥٨٣	٥٨٤	٥٨٥	٥٨٦	٥٨٧	٥٨٨	٥٨٩	٥٩٠	٥٩١	٥٩٢	٥٩٣	٥٩٤	٥٩٥	٥٩٦	٥٩٧	٥٩٨	٥٩٩	٦٠٠	٦٠١	٦٠٢	٦٠٣	٦٠٤	٦٠٥	٦٠٦	٦٠٧	٦٠٨	٦٠٩	٦١٠	٦١١	٦١٢	٦١٣	٦١٤	٦١٥	٦١٦	٦١٧	٦١٨	٦١٩	٦٢٠	٦٢١	٦٢٢	٦٢٣	٦٢٤	٦٢٥	٦٢٦	٦٢٧	٦٢٨	٦٢٩	٦٣٠	٦٣١	٦٣٢	٦٣٣	٦٣٤	٦٣٥	٦٣٦	٦٣٧	٦٣٨	٦٣٩	٦٤٠	٦٤١	٦٤٢	٦٤٣	٦٤٤	٦٤٥	٦٤٦	٦٤٧	٦٤٨	٦٤٩	٦٥٠	٦٥١	٦٥٢	٦٥٣	٦٥٤	٦٥٥	٦٥٦	٦٥٧	٦٥٨	٦٥٩	٦٦٠	٦٦١	٦٦٢	٦٦٣	٦٦٤	٦٦٥	٦٦٦	٦٦٧	٦٦٨	٦٦٩	٦٧٠	٦٧١	٦٧٢	٦٧٣	٦٧٤	٦٧٥	٦٧٦	٦٧٧	٦٧٨	٦٧٩	٦٨٠	٦٨١	٦٨٢	٦٨٣	٦٨٤	٦٨٥	٦٨٦	٦٨٧	٦٨٨	٦٨٩	٦٩٠	٦٩١	٦٩٢	٦٩٣	٦٩٤	٦٩٥	٦٩٦	٦٩٧	٦٩٨	٦٩٩	٧٠٠	٧٠١	٧٠٢	٧٠٣	٧٠٤	٧٠٥	٧٠٦	٧٠٧	٧٠٨	٧٠٩	٧١٠	٧١١	٧١٢	٧١٣	٧١٤	٧١٥	٧١٦	٧١٧	٧١٨	٧١٩	٧٢٠	٧٢١	٧٢٢	٧٢٣	٧٢٤	٧٢٥	٧٢٦	٧٢٧	٧٢٨	٧٢٩	٧٣٠	٧٣١	٧٣٢	٧٣٣	٧٣٤	٧٣٥	٧٣٦	٧٣٧	٧٣٨	٧٣٩	٧٤٠	٧٤١	٧٤٢	٧٤٣	٧٤٤	٧٤٥	٧٤٦	٧٤٧	٧٤٨	٧٤٩	٧٥٠	٧٥١	٧٥٢	٧٥٣	٧٥٤	٧٥٥	٧٥٦	٧٥٧	٧٥٨	٧٥٩	٧٦٠	٧٦١	٧٦٢	٧٦٣	٧٦٤	٧٦٥	٧٦٦	٧٦٧	٧٦٨	٧٦٩	٧٧٠	٧٧١	٧٧٢	٧٧٣	٧٧٤	٧٧٥	٧٧٦	٧٧٧	٧٧٨	٧٧٩	٧٨٠	٧٨١	٧٨٢	٧٨٣	٧٨٤	٧٨٥	٧٨٦	٧٨٧	٧٨٨	٧٨٩	٧٩٠	٧٩١	٧٩٢	٧٩٣	٧٩٤	٧٩٥	٧٩٦	٧٩٧	٧٩٨	٧٩٩	٨٠٠	٨٠١	٨٠٢	٨٠٣	٨٠٤	٨٠٥	٨٠٦	٨٠٧	٨٠٨	٨٠٩	٨١٠	٨١١	٨١٢	٨١٣	٨١٤	٨١٥	٨١٦	٨١٧	٨١٨	٨١٩	٨٢٠	٨٢١	٨٢٢	٨٢٣	٨٢٤	٨٢٥	٨٢٦	٨٢٧	٨٢٨	٨٢٩	٨٣٠	٨٣١	٨٣٢	٨٣٣	٨٣٤	٨٣٥	٨٣٦	٨٣٧	٨٣٨	٨٣٩	٨٤٠	٨٤١	٨٤٢	٨٤٣	٨٤٤	٨٤٥	٨٤٦	٨٤٧	٨٤٨	٨٤٩	٨٥٠	٨٥١	٨٥٢	٨٥٣	٨٥٤	٨٥٥	٨٥٦	٨٥٧	٨٥٨	٨٥٩	٨٦٠	٨٦١	٨٦٢	٨٦٣	٨٦٤	٨٦٥	٨٦٦	٨٦٧	٨٦٨	٨٦٩	٨٧٠	٨٧١	٨٧٢	٨٧٣	٨٧٤	٨٧٥	٨٧٦	٨٧٧	٨٧٨	٨٧٩	٨٨٠	٨٨١	٨٨٢	٨٨٣	٨٨٤	٨٨٥	٨٨٦	٨٨٧	٨٨٨	٨٨٩	٨٩٠	٨٩١	٨٩٢	٨٩٣	٨٩٤	٨٩٥	٨٩٦	٨٩٧	٨٩٨	٨٩٩	٩٠٠	٩٠١	٩٠٢	٩٠٣	٩٠٤	٩٠٥	٩٠٦	٩٠٧	٩٠٨	٩٠٩	٩١٠	٩١١	٩١٢	٩١٣	٩١٤	٩١٥	٩١٦	٩١٧	٩١٨	٩١٩	٩٢٠	٩٢١	٩٢٢	٩٢٣	٩٢٤	٩٢٥	٩٢٦	٩٢٧	٩٢٨	٩٢٩	٩٣٠	٩٣١	٩٣٢	٩٣٣	٩٣٤	٩٣٥	٩٣٦	٩٣٧	٩٣٨	٩٣٩	٩٤٠	٩٤١	٩٤٢	٩٤٣	٩٤٤	٩٤٥	٩٤٦	٩٤٧	٩٤٨	٩٤٩	٩٥٠	٩٥١	٩٥٢	٩٥٣	٩٥٤	٩٥٥	٩٥٦	٩٥٧	٩٥٨	٩٥٩	٩٦٠	٩٦١	٩٦٢	٩٦٣	٩٦٤	٩٦٥	٩٦٦	٩٦٧	٩٦٨	٩٦٩	٩٧٠	٩٧١	٩٧٢	٩٧٣	٩٧٤	٩٧٥	٩٧٦	٩٧٧	٩٧٨	٩٧٩	٩٨٠	٩٨١	٩٨٢	٩٨٣	٩٨٤	٩٨٥	٩٨٦	٩٨٧	٩٨٨	٩٨٩	٩٩٠	٩٩١	٩٩٢	٩٩٣	٩٩٤	٩٩٥	٩٩٦	٩٩٧	٩٩٨	٩٩٩	١٠٠٠	١٠٠١	١٠٠٢	١٠٠٣	١٠٠٤	١٠٠٥	١٠٠٦	١٠٠٧	١٠٠٨	١٠٠٩	١٠١٠	١٠١١	١٠١٢	١٠١٣	١٠١٤	١٠١٥	١٠١٦	١٠١٧	١٠١٨	١٠١٩	١٠٢٠	١٠٢١	١٠٢٢	١٠٢٣	١٠٢٤	١٠٢٥	١٠٢٦	١٠٢٧	١٠٢٨	١٠٢٩	١٠٣٠	١٠٣١	١٠٣٢	١٠٣٣	١٠٣٤	١٠٣٥	١٠٣٦	١٠٣٧	١٠٣٨	١٠٣٩	١٠٤٠	١٠٤١	١٠٤٢	١٠٤٣	١٠٤٤	١٠٤٥	١٠٤٦	١٠٤٧	١٠٤٨	١٠٤٩	١٠٥٠	١٠٥١	١٠٥٢	١٠٥٣	١٠٥٤	١٠٥٥	١٠٥٦	١٠٥٧	١٠٥٨	١٠٥٩	١٠٦٠	١٠٦١	١٠٦٢	١٠٦٣	١٠٦٤	١٠٦٥	١٠٦٦	١٠٦٧	١٠٦٨	١٠٦٩	١٠٧٠	١٠٧١	١٠٧٢	١٠٧٣	١٠٧٤	١٠٧٥	١٠٧٦	١٠٧٧	١٠٧٨	١٠٧٩	١٠٨٠	١٠٨١	١٠٨٢	١٠٨٣	١٠٨٤	١٠٨٥	١٠٨٦	١٠٨٧	١٠٨٨	١٠٨٩	١٠٩٠	١٠٩١	١٠٩٢	١٠٩٣	١٠٩٤	١٠٩٥	١٠٩٦	١٠٩٧	١٠٩٨	١٠٩٩	١١٠٠	١١٠١	١١٠٢	١١٠٣	١١٠٤	١١٠٥	١١٠٦	١١٠٧	١١٠٨	١١٠٩	١١١٠	١١١١	١١١٢	١١١٣	١١١٤	١١١٥	١١١٦	١١١٧	١١١٨	١١١٩	١١٢٠	١١٢١	١١٢٢	١١٢٣	١١٢٤	١١٢٥	١١٢٦	١
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---

[illegible]

٧٩	٧٥	٧٤	٧٣	٧٢	٧١	٧٠	١٩	١٨	الدرجة دقة
٨٠,٧٨	٨٣,١٤	٨٣,٤٦	٨٤,٧٣	٨٥,٩٧	٨٧,١٦	٨٨,٣٠	٨٩,٤٠	٩٠,٤٥	١٠
٨٠,٧٤	٨٣,٠٨	٨٣,٤١	٨٤,٦٥	٨٥,٩٣	٨٧,١٣	٨٨,٢٧	٨٩,٣٠	٩٠,٤٢	١٠
٨٠,٦٩	٨٣,٠٥	٨٣,٣٧	٨٤,٦٥	٨٥,٨٩	٨٧,٠٨	٨٨,٢٣	٨٩,٣٣	٩٠,٣٨	١٠
٨٠,٦٥	٨٣,٠١	٨٣,٣٣	٨٤,٦١	٨٥,٨٥	٨٧,٠٤	٨٨,١٩	٨٩,٢٩	٩٠,٣٥	١٠
٨٠,٦٠	٨١,٩٦	٨٣,٢٨	٨٤,٥٧	٨٥,٨٠	٨٧,٠٠	٨٨,١٥	٨٩,٢٦	٩٠,٣١	١٠
٨٠,٥٥	٨١,٩٢	٨٣,٢٤	٨٤,٥٢	٨٥,٧٦	٨٦,٩٦	٨٨,١١	٨٩,٢٢	٩٠,٢٨	١٠
٨٠,٥١	٨١,٨٧	٨٣,٢٠	٨٤,٤٨	٨٥,٧٢	٨٦,٩٢	٨٨,٠٨	٨٩,١٨	٩٠,٢٤	١٢
٨٠,٤٦	٨١,٨٣	٨٣,١٥	٨٤,٤٤	٨٥,٦٨	٨٦,٨٨	٨٨,٠٣	٨٩,١٥	٩٠,٢١	١٤
٨٠,٤١	٨١,٧٨	٨٣,١١	٨٤,٤٠	٨٥,٦٤	٨٦,٨٤	٨٨,٠٠	٨٩,١١	٩٠,١٨	١٦
٨٠,٣٧	٨١,٧٤	٨٣,٠٧	٨٤,٣٥	٨٥,٦٠	٨٦,٨٠	٨٧,٩٨	٨٩,٠٨	٩٠,١٤	١٨
٨٠,٣٢	٨١,٦٩	٨٣,٠٢	٨٤,٣١	٨٥,٥٥	٨٦,٧٧	٨٧,٩٣	٨٩,٠٣	٩٠,١١	٢٠
٨٠,٢٨	٨١,٦٥	٨٣,٩٨	٨٤,٢٧	٨٥,٥٢	٨٦,٧٣	٨٧,٨٩	٨٩,٠٠	٩٠,٠٧	٢٢
٨٠,٢٣	٨١,٦٠	٨٣,٩٣	٨٤,٢٣	٨٥,٤٨	٨٦,٦٩	٨٧,٨٥	٨٨,٩٦	٩٠,٠٤	٢٤
٨٠,١٨	٨١,٥٦	٨٣,٨٩	٨٤,١٨	٨٥,٤٤	٨٦,٦٥	٨٧,٨١	٨٨,٩٣	٩٠,٠٠	٢٦

100.13	11.01	12.10	12.12	10.20	17.11	17.05	18.00	18.05	19.00	19.05	20.00	20.05	21.00	21.05	22.00	22.05	23.00	23.05	24.00	24.05	25.00	25.05	26.00	26.05	27.00	27.05	28.00	28.05	29.00	29.05	30.00	30.05	31.00	31.05	32.00	32.05	33.00	33.05	34.00	34.05	35.00	35.05	36.00	36.05	37.00	37.05	38.00	38.05	39.00	39.05	40.00	40.05	41.00	41.05	42.00	42.05	43.00	43.05	44.00	44.05	45.00	45.05	46.00	46.05	47.00	47.05	48.00	48.05	49.00	49.05	50.00	50.05	51.00	51.05	52.00	52.05	53.00	53.05	54.00	54.05	55.00	55.05	56.00	56.05	57.00	57.05	58.00	58.05	59.00	59.05	60.00	60.05	61.00	61.05	62.00	62.05	63.00	63.05	64.00	64.05	65.00	65.05	66.00	66.05	67.00	67.05	68.00	68.05	69.00	69.05	70.00	70.05	71.00	71.05	72.00	72.05	73.00	73.05	74.00	74.05	75.00	75.05	76.00	76.05	77.00	77.05	78.00	78.05	79.00	79.05	80.00	80.05	81.00	81.05	82.00	82.05	83.00	83.05	84.00	84.05	85.00	85.05	86.00	86.05	87.00	87.05	88.00	88.05	89.00	89.05	90.00	90.05	91.00	91.05	92.00	92.05	93.00	93.05	94.00	94.05	95.00	95.05	96.00	96.05	97.00	97.05	98.00	98.05	99.00	99.05	100.00	100.05	101.00	101.05	102.00	102.05	103.00	103.05	104.00	104.05	105.00	105.05	106.00	106.05	107.00	107.05	108.00	108.05	109.00	109.05	110.00	110.05	111.00	111.05	112.00	112.05	113.00	113.05	114.00	114.05	115.00	115.05	116.00	116.05	117.00	117.05	118.00	118.05	119.00	119.05	120.00	120.05	121.00	121.05	122.00	122.05	123.00	123.05	124.00	124.05	125.00	125.05	126.00	126.05	127.00	127.05	128.00	128.05	129.00	129.05	130.00	130.05	131.00	131.05	132.00	132.05	133.00	133.05	134.00	134.05	135.00	135.05	136.00	136.05	137.00	137.05	138.00	138.05	139.00	139.05	140.00	140.05	141.00	141.05	142.00	142.05	143.00	143.05	144.00	144.05	145.00	145.05	146.00	146.05	147.00	147.05	148.00	148.05	149.00	149.05	150.00	150.05	151.00	151.05	152.00	152.05	153.00	153.05	154.00	154.05	155.00	155.05	156.00	156.05	157.00	157.05	158.00	158.05	159.00	159.05	160.00	160.05	161.00	161.05	162.00	162.05	163.00	163.05	164.00	164.05	165.00	165.05	166.00	166.05	167.00	167.05	168.00	168.05	169.00	169.05	170.00	170.05	171.00	171.05	172.00	172.05	173.00	173.05	174.00	174.05	175.00	175.05	176.00	176.05	177.00	177.05	178.00	178.05	179.00	179.05	180.00	180.05	181.00	181.05	182.00	182.05	183.00	183.05	184.00	184.05	185.00	185.05	186.00	186.05	187.00	187.05	188.00	188.05	189.00	189.05	190.00	190.05	191.00	191.05	192.00	192.05	193.00	193.05	194.00	194.05	195.00	195.05	196.00	196.05	197.00	197.05	198.00	198.05	199.00	199.05	200.00	200.05	201.00	201.05	202.00	202.05	203.00	203.05	204.00	204.05	205.00	205.05	206.00	206.05	207.00	207.05	208.00	208.05	209.00	209.05	210.00	210.05	211.00	211.05	212.00	212.05	213.00	213.05	214.00	214.05	215.00	215.05	216.00	216.05	217.00	217.05	218.00	218.05	219.00	219.05	220.00	220.05	221.00	221.05	222.00	222.05	223.00	223.05	224.00	224.05	225.00	225.05	226.00	226.05	227.00	227.05	228.00	228.05	229.00	229.05	230.00	230.05	231.00	231.05	232.00	232.05	233.00	233.05	234.00	234.05	235.00	235.05	236.00	236.05	237.00	237.05	238.00	238.05	239.00	239.05	240.00	240.05	241.00	241.05	242.00	242.05	243.00	243.05	244.00	244.05	245.00	245.05	246.00	246.05	247.00	247.05	248.00	248.05	249.00	249.05	250.00	250.05	251.00	251.05	252.00	252.05	253.00	253.05	254.00	254.05	255.00	255.05	256.00	256.05	257.00	257.05	258.00	258.05	259.00	259.05	260.00	260.05	261.00	261.05	262.00	262.05	263.00	263.05	264.00	264.05	265.00	265.05	266.00	266.05	267.00	267.05	268.00	268.05	269.00	269.05	270.00	270.05	271.00	271.05	272.00	272.05	273.00	273.05	274.00	274.05	275.00	275.05	276.00	276.05	277.00	277.05	278.00	278.05	279.00	279.05	280.00	280.05	281.00	281.05	282.00	282.05	283.00	283.05	284.00	284.05	285.00	285.05	286.00	286.05	287.00	287.05	288.00	288.05	289.00	289.05	290.00	290.05	291.00	291.05	292.00	292.05	293.00	293.05	294.00	294.05	295.00	295.05	296.00	296.05	297.00	297.05	298.00	298.05	299.00	299.05	300.00	300.05	301.00	301.05	302.00	302.05	303.00	303.05	304.00	304.05	305.00	305.05	306.00	306.05	307.00	307.05	308.00	308.05	309.00	309.05	310.00	310.05	311.00	311.05	312.00	312.05	313.00	313.05	314.00	314.05	315.00	315.05	316.00	316.05	317.00	317.05	318.00	318.05	319.00	319.05	320.00	320.05	321.00	321.05	322.00	322.05	323.00	323.05	324.00	324.05	325.00	325.05	326.00	326.05	327.00	327.05	328.00	328.05	329.00	329.05	330.00	330.05	331.00	331.05	332.00	332.05	333.00	333.05	334.00	334.05	335.00	335.05	336.00	336.05	337.00	337.05	338.00	338.05	339.00	339.05	340.00	340.05	341.00	341.05	342.00	342.05	343.00	343.05	344.00	344.05	345.00	345.05	346.00	346.05	347.00	347.05	348.00	348.05	349.00	349.05	350.00	350.05	351.00	351.05	352.00	352.05	353.00	353.05	354.00	354.05	355.00	355.05	356.00	356.05	357.00	357.05	358.00	358.05	359.00	359.05	360.00	360.05	361.00	361.05	362.00	362.05	363.00	363.05	364.00	364.05	365.00	365.05	366.00	366.05	367.00	367.05	368.00	368.05	369.00	369.05	370.00	370.05	371.00	371.05	372.00	372.05	373.00	373.05	374.00	374.05	375.00	375.05	376.00	376.05	377.00	377.05	378.00	378.05	379.00	379.05	380.00	380.05	381.00	381.05	382.00	382.05	383.00	383.05	384.00	384.05	385.00	385.05	386.00	386.05	387.00	387.05	388.00	388.05	389.00	389.05	390.00	390.05	391.00	391.05	392.00	392.05	393.00	393.05	394.00	394.05	395.00	395.05	396.00	396.05	397.00	397.05	398.00	398.05	399.00	399.05	400.00	400.05	401.00	401.05	402.00	402.05	403.00	403.05	404.00	404.05	405.00	405.05	406.00	406.05	407.00	407.05	408.00	408.05	409.00	409.05	410.00	410.05	411.00	411.05	412.00	412.05	413.00	413.05	414.00	414.05	415.00	415.05	416.00	416.05	417.00	417.05	418.00	418.05	419.00	419.05	420.00	420.05	421.00	421.05	422.00	422.05	423.00	423.05	424.00	424.05	425.00	425.05	426.00	426.05	427.00	427.05	428.00	428.05	429.00	429.05	430.00	430.05	431.00	431.05	432.00	432.05	433.00	433.05	434.00	434.05	435.00	435.05	436.00	436.05	437.00	437.05	438.00	438.05	439.00	439.05	440.00	440.05	441.00	441.05	442.00	442.05	443.00	443.05	444.00	444.05	445.00	445.05	446.00	446.05	447.00	447.05	448.00	448.05	449.00	449.05	450.00	450.05	451.00	451.05	452.00	452.05	453.00	453.05	454.00	454.05	455.00	455.05	456.00	456.05	457.00	457.05	458.00	458.05	459.00	459.05	460.00	460.05	461.00	461.05	462.00	462.05	463.00	463.05	464.00	464.05	465.00	465.05	466.00	466.05	467.00	467.05	468.00	468.05	469.00	469.05	470.00	470.05	471.00	471.05	472.00	472.05	473.00	473.05	474.00	474.05	475.00	475.05	476.00	476.05	477.00	477.05	478.00	478.05	479.00	479.05	480.00	480.05	481.00	481.05	482.00	482.05	483.00	483.05	484.00	484.05	485.00	485.05	486.00	486.05	487.00	487.05	488.00	488.05	489.00	489.05	490.00	490.05	491.00	491.05	492.00	492.05	493.00	493.05	494.00	494.05	495.00	495.05	496.00	496.05	497.00	497.05	498.00	498.05	499.00	499.05	500.00	500.05	501.00	501.05	502.00	502.05	503.00	503.05	504.00	504.05	505.00	505.05	506.00	506.05	507.00	507.05	508.00	508.05	509.00	509.05	510.00	510.05	511.00	511.05	512.00	512.05	513.00	513.05	514.00	514.05	515.00	515.05	516.00	516.05	517.00	517.05	518.00	518.05	519.00	519.05	520.00	520.05	521.00	521.05	522.00	522.05	523.00	523.05	524.00	524.05	525.00	525.05	526.00	526.05	527.00	527.05	528.00	528.05	529.00	529.05	530.00	530.05	531.00	531.05	532.00	532.05	533.00	533.05	534.00	534.05	535.00	535.05	536.00	536.05	537.00	537.05	538.00	538.05	539.00	539.05	540.00	540.05	541.00	541.05	542.00	542.05	543.00	543.05	544.00	544.05	545.00	545.05	546.00	546.05	547.00	547.05	548.00	548.05	549.00	549.05	550.00	550.05	551.00	551.05	552.00	552.05	553.00	553.05	554.00	554.05	555.00	555.05	556.00	556.05	557.00	557.05	558.00	558.05	559.00	559.05	560.00	560.05	561.00	561.05	562.00	562.05	563.00	563.05	564.00	564.05	565.00	565.05	566.00	566.05	567.00	567.05	568.00	568.05	569.00	569.05	570.00	570.05	571.00	571.05	572.00	572.05	573.00	573.05	574.00	574.05	575.00	575.05	576.00	576.05	577.00	577.05	578.00	578.05	579.00	579.05	580.00	580.05	581.00	581.05	582.00	582.05	583.00	583.05	584.00	584.05
--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

٢٠	٢٩	٢٨	٢٧	الترتيب رقم
٧٥,٠٠	٧٦,٥٠	٧٧,٩٦	٧٩,٣٩	٠٠
٧٤,٩٥	٧٦,٤٥	٧٧,٩١	٧٩,٣٤	٢
٧٤,٩٠	٧٦,٤٠	٧٧,٨٦	٧٩,٣٠	٤
٧٤,٨٥	٧٦,٣٥	٧٧,٨١	٧٩,٢٥	٦
٧٤,٨٠	٧٦,٣٠	٧٧,٧٧	٧٩,٢٠	٨
٧٤,٧٥	٧٦,٢٥	٧٧,٧٢	٧٩,١٥	١٠
٧٤,٧٠	٧٦,٢٠	٧٧,٦٧	٧٩,١١	١٢
٧٤,٦٥	٧٦,١٥	٧٧,٦٢	٧٩,٠٦	١٤
٧٤,٦٠	٧٦,١٠	٧٧,٥٧	٧٩,٠١	١٦
٧٤,٥٥	٧٦,٠٥	٧٧,٥٢	٧٨,٩٦	١٨
٧٤,٤٩	٧٦,٠٠	٧٧,٤٨	٧٨,٩٢	٢٠
٧٤,٤٤	٧٥,٩٥	٧٧,٤٢	٧٨,٨٧	٢٢
٧٤,٣٩	٧٥,٩٠	٧٧,٣٨	٧٨,٨٢	٢٤
٧٤,٣٤	٧٥,٨٥	٧٧,٣٣	٧٨,٧٧	٢٦
٧٤,٢٩	٧٥,٨٠	٧٧,٢٨	٧٨,٧٣	٢٨
٧٤,٢٤	٧٥,٧٥	٧٧,٢٣	٧٨,٦٨	٣٠
٧٤,١٩	٧٥,٧٠	٧٧,١٨	٧٨,٦٣	٣٢
٧٤,١٤	٧٥,٦٥	٧٧,١٥	٧٨,٥٨	٣٤
٧٤,٠٩	٧٥,٦٠	٧٧,٠٩	٧٨,٥٤	٣٦
٧٤,٠٤	٧٥,٥٥	٧٧,٠٤	٧٨,٤٩	٣٨
٧٣,٩٩	٧٥,٥٠	٧٦,٩٩	٧٨,٤٤	٤٠
٧٣,٩٥	٧٥,٤٥	٧٦,٩٤	٧٨,٣٩	٤٢
٧٣,٨٨	٧٥,٤٠	٧٦,٨٩	٧٨,٣٤	٤٤
٧٣,٨٣	٧٥,٣٥	٧٦,٨٤	٧٨,٣٠	٤٦

۷۳,۷۸	۷۰,۳.	۷۶,۷۹	۷۸,۲۰	۲۸
۷۳,۷۳	۷۰,۲۰	۷۶,۷۲	۷۸,۲.	۰.
۷۳,۶۸	۷۰,۲.	۷۶,۶۹	۷۸,۱۰	۰۲
۷۳,۶۳	۷۰,۱۰	۷۶,۶۲	۷۸,۱.	۰۲
۷۳,۰۸	۷۰,۱.	۷۶,۰۹	۷۸,۰۶	۰۶
۷۳,۰۲	۷۰,۰۰	۷۶,۰۰	۷۸,۰۱	۰۸
۷۳,۲۷	۷۰,۰.	۷۶,۰.	۷۷,۹۶	۶.

ملحق (٢) : جدول حساب فرق النسوب (ص) بطريقة خمرات الاستعداد

الرقم	صفحة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
١	٠,٠٠٠	١,٧٤٤	٣,٤٤٩	٥,٢٣٣	٦,٩٦٦	٨,٦٨٨	١٠,٤٠٠	١٢,١١٠	١٣,٧٨٨
٢	٠,٠٠٦	١,٨٠٠	٣,٥٥٥	٥,٣٢٨	٧,٠٠٢	٨,٧٤٤	١٠,٤٣٥	١٢,١١٥	١٣,٨٤٤
٣	٠,٠١٢	١,٨٨٦	٣,٦٠٠	٥,٣٣٤	٧,٠٠٧	٨,٨٠٠	١٠,٥٠١	١٢,٢٢١	١٣,٨٩٩
٤	٠,٠١٧	١,٩٩٢	٣,٦٦٦	٥,٤٠٠	٧,١١٣	٨,٨٥٥	١٠,٥٥٧	١٢,٢٦٦	١٣,٩٥٥
٥	٠,٠٢٣	١,٩٩٨	٣,٧٧٢	٥,٤٦٦	٧,١١٩	٨,٩٩١	١٠,٦٦٢	١٢,٣٣٢	١٤,٠٠١
٦	٠,٠٢٩	٢,٠٠٤	٣,٧٨٨	٥,٥٥٢	٧,٢٥٥	٨,٩٩٧	١٠,٦٦٨	١٢,٣٣٨	١٤,٠٠٦
٧	٠,٠٣٥	٢,٠٠٩	٣,٨٨٤	٥,٥٥٧	٧,٢٦٠	٩,٠٠٣	١٠,٧٧٤	١٢,٤٤٥	١٤,١١٦
٨	٠,٠٣١	٢,٠١٥	٣,٩٩٠	٥,٦٦٣	٧,٣٦٦	٩,٠٠٨	١٠,٧٧٩	١٢,٤٤٩	١٤,١١٧
٩	٠,٠٣٧	٢,٠٢١	٣,٩٩٥	٥,٦٦٩	٧,٣٦٢	٩,١١٤	١٠,٨٨٥	١٢,٥٥٥	١٤,٢٢٣
١٠	٠,٠٤٢	٢,٠٢٧	٤,٠٠١	٥,٧٧٥	٧,٤٦٨	٩,٢٠٠	١١,٠٩١	١٢,٦٦٠	١٤,٢٢٨
١١	٠,٠٤٨	٢,٠٣٣	٤,٠٠٧	٥,٨٠٠	٧,٥٥٣	٩,٢٥٥	١١,١٠٢	١٢,٦٦٦	١٤,٢٣٤
١٢	٠,٠٥٤	٢,٠٣٨	٤,٠١٣	٥,٨٠٦	٧,٥٥٩	٩,٣٦١	١١,١٠٨	١٢,٦٧٢	١٤,٢٤٠
١٣	٠,٠٦٠	٢,٠٤٤	٤,٠١٨	٥,٩٢٢	٧,٦٦٥	٩,٣٦٧	١١,١٠٨	١٢,٦٧٧	١٤,٢٤٥
١٤	٠,٠٦٦	٢,٠٥٠	٤,٠٢٤	٥,٩٢٨	٧,٦٧١	٩,٤٤٣	١١,١١٣	١٢,٦٨٣	١٤,٢٥١

7.	3A'1	63'1	11'0	66'1	VL'Y	03'1	11'1	VA'1	03'0
8.	6L'1	13'1	11'0	06'1	AL'Y	33'0	30'1	AA'1	03'0
9.	AL'1	AA'1	11'0	3Y'1	AO'Y	VA'0	VB'1	AL'1	3A'0
10.	AO'1	1A'1	00'0	6A'1	10'Y	AA'0	AB'1	1L'1	VA'0
11.	10'1	LA'1	66'3	AA'1	03'Y	11'0	AY'1	10'1	AA'0
12.	03'1	1A'1	36'3	AL'1	03'Y	11'0	1Y'1	00'1	11'0
13.	03'1	31'1	YV'3	1L'1	3A'Y	00'0	LA'1	03'1	11'0
14.	3A'1	Y0'1	1A'3	60'1	VA'Y	00'0	0A'1	6A'1	10'0
15.	YA'1	10'1	LA'3	00'1	AA'Y	36'6	3L'1	AA'1	10'0
16.	AA'1	AB'1	1A'3	33'1	11'Y	AY'6	AO'1	1A'1	06'3
17.	11'1	16'1	0L'3	YA'1	11'Y	AA'6	AA'1	1A'1	06'3
18.	00'1	0V'1	60'3	AA'1	00'Y	AA'6	AA'1	1A'1	06'3
19.	66'1	6A'1	10'3	AA'1	66'Y	1A'6	AA'1	1A'1	06'3
20.	AA'1	AL'1	13'3	01'1	VV'Y	0L'6	LA'1	00'1	AA'3
21.	AA'1	AL'1	13'3	01'1	2V'Y	0L'6	0A'1	00'1	AA'3
22.	1V'1	10'1	0A'3	00'1	LA'Y	95'6	61'1	YV'1	10'3

١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨
٢٧.٩٦	٢٦.٥٠	٢٥.٠٠	٢٣.٤٧	٢١.٩٢	٢٠.٣٤	١٨.٧٣	١٧.١٠	١٥.٤٥	١٣.٨٠
٢٨.٠١	٢٦.٥٥	٢٥.٠٥	٢٣.٥٢	٢١.٩٧	٢٠.٣٩	١٨.٧٨	١٧.١٦	١٥.٥١	١٣.٨٥
٢٨.٠٦	٢٦.٥٩	٢٥.١٠	٢٣.٥٨	٢٢.٠٢	٢٠.٤٤	١٨.٨٤	١٧.٢١	١٥.٥٦	١٣.٩٠
٢٨.١٠	٢٦.٦٤	٢٥.١٥	٢٣.٦٣	٢٢.٠٨	٢٠.٥٠	١٨.٨٩	١٧.٢٦	١٥.٦٢	١٣.٩٥
٢٨.١٥	٢٦.٦٩	٢٥.٢٠	٢٣.٦٨	٢٢.١٣	٢٠.٥٥	١٨.٩٥	١٧.٣٢	١٥.٦٧	١٣.١٠
٢٨.٢٠	٢٦.٧٤	٢٥.٢٥	٢٣.٧٣	٢٢.١٨	٢٠.٦٠	١٩.٠٠	١٧.٣٧	١٥.٧٢	١٣.١٥
٢٨.٢٥	٢٦.٧٩	٢٥.٣٠	٢٣.٧٨	٢٢.٢٣	٢٠.٦٦	١٩.٠٥	١٧.٤٢	١٥.٧٨	١٣.٢٠
٢٨.٣٠	٢٦.٨٤	٢٥.٣٥	٢٣.٨٣	٢٢.٢٨	٢٠.٧١	١٩.١١	١٧.٤٨	١٥.٨٤	١٣.٢٥
٢٨.٣٤	٢٦.٨٩	٢٥.٤٠	٢٣.٨٨	٢٢.٣٤	٢٠.٧٦	١٩.١٦	١٧.٥٤	١٥.٨٩	١٣.٣٠
٢٨.٣٩	٢٦.٩٤	٢٥.٤٥	٢٣.٩٣	٢٢.٣٩	٢٠.٨١	١٩.٢١	١٧.٥٩	١٥.٩٥	١٣.٣٥
٢٨.٤٤	٢٦.٩٩	٢٥.٥٠	٢٣.٩٩	٢٢.٤٤	٢٠.٨٦	١٩.٢٦	١٧.٦٥	١٥.١٠	١٣.٤٠
٢٨.٤٩	٢٧.٠٤	٢٥.٥٥	٢٤.٠٤	٢٢.٤٩	٢٠.٩١	١٩.٣١	١٧.٧٠	١٥.١٥	١٣.٤٥
٢٨.٥٤	٢٧.٠٩	٢٥.٦٠	٢٤.٠٩	٢٢.٥٤	٢٠.٩٦	١٩.٣٦	١٧.٧٥	١٥.٢٠	١٣.٥٠

٢٩	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧
٢٩,٤٠	٢٨,٢٠	٢٧,١٧	٢٥,٩٧	٢٤,٧٢	٢٢,٤٧	٢٢,١٤	٢٠,٧٨	٢٩,٢٩	١٠
٢٩,٤٤	٢٨,٢٤	٢٧,٢٠	٢٦,٠١	٢٤,٧٧	٢٢,٥٠	٢٢,١٨	٢٠,٨٢	٢٩,٤٤	١٢
٢٩,٤٧	٢٨,٢٨	٢٧,٢٢	٢٦,٠٥	٢٤,٨٢	٢٢,٥٤	٢٢,٢٢	٢٠,٨٧	٢٩,٤٨	١٤
٢٩,٥١	٢٨,٣١	٢٧,٢٧	٢٦,٠٩	٢٤,٨٦	٢٢,٥٩	٢٢,٢٧	٢٠,٩٢	٢٩,٥٢	١٦
٢٩,٥٤	٢٨,٣٥	٢٧,٢١	٢٦,١٢	٢٤,٩٠	٢٢,٦٢	٢٢,٣٢	٢٠,٩٧	٢٩,٥٨	١٨
٢٩,٥٨	٢٨,٣٩	٢٧,٢٥	٢٦,١٧	٢٤,٩٤	٢٢,٦٧	٢٢,٣٦	٢١,٠١	٢٩,٦٢	٢٠
٢٩,٦١	٢٨,٥٢	٢٧,٢٩	٢٦,٢١	٢٤,٩٨	٢٢,٧٢	٢٢,٤١	٢١,٠٦	٢٩,٦٧	٢٢
٢٩,٦٥	٢٨,٥٦	٢٧,٣٢	٢٦,٢٥	٢٥,٠٢	٢٢,٧٦	٢٢,٤٥	٢١,١٠	٢٩,٧٢	٢٤
٢٩,٦٩	٢٨,٦٠	٢٧,٣٦	٢٦,٢٩	٢٥,٠٦	٢٢,٨٠	٢٢,٤٩	٢١,١٤	٢٩,٧٦	٢٦
٢٩,٧٣	٢٨,٦٤	٢٧,٤٠	٢٦,٣٣	٢٥,١٠	٢٢,٨٤	٢٢,٥٣	٢١,١٨	٢٩,٨٠	٢٨
٢٩,٧٧	٢٨,٦٨	٢٧,٤٤	٢٦,٣٧	٢٥,١٤	٢٢,٨٨	٢٢,٥٧	٢١,٢٢	٢٩,٨٤	٣٠
٢٩,٨١	٢٨,٧٢	٢٧,٤٨	٢٦,٤١	٢٥,١٨	٢٢,٩٢	٢٢,٦١	٢١,٢٦	٢٩,٨٨	٣٢
٢٩,٨٥	٢٨,٧٦	٢٧,٥٢	٢٦,٤٥	٢٥,٢٢	٢٢,٩٦	٢٢,٦٥	٢١,٣٠	٢٩,٩٢	٣٤
٢٩,٨٩	٢٨,٨٠	٢٧,٥٦	٢٦,٤٩	٢٥,٢٦	٢٢,١٠	٢٢,٦٩	٢١,٣٤	٢٩,٩٦	٣٦
٢٩,٩٣	٢٨,٨٤	٢٧,٦٠	٢٦,٥٣	٢٥,٣٠	٢٢,١٤	٢٢,٧٣	٢١,٣٨	٢٩,١٠٠	٣٨
٢٩,٩٧	٢٨,٨٨	٢٧,٦٤	٢٦,٥٧	٢٥,٣٤	٢٢,١٨	٢٢,٧٧	٢١,٤٢	٢٩,١٠٤	٤٠

39,93	28,80	37,33	37,07	30,37	33,10	22,80	31,37	21,37	2
39,94	28,81	37,34	37,08	30,38	33,11	22,81	31,38	21,38	3
39,95	28,82	37,35	37,09	30,39	33,12	22,82	31,39	21,39	4
39,96	28,83	37,36	37,10	30,40	33,13	22,83	31,40	21,40	5
39,97	28,84	37,37	37,11	30,41	33,14	22,84	31,41	21,41	6
39,98	28,85	37,38	37,12	30,42	33,15	22,85	31,42	21,42	7
39,99	28,86	37,39	37,13	30,43	33,16	22,86	31,43	21,43	8
39,00	28,87	37,40	37,14	30,44	33,17	22,87	31,44	21,44	9
39,01	28,88	37,41	37,15	30,45	33,18	22,88	31,45	21,45	0
39,02	28,89	37,42	37,16	30,46	33,19	22,89	31,46	21,46	1
39,03	28,90	37,43	37,17	30,47	33,20	22,90	31,47	21,47	2
39,04	28,91	37,44	37,18	30,48	33,21	22,91	31,48	21,48	3
39,05	28,92	37,45	37,19	30,49	33,22	22,92	31,49	21,49	4
39,06	28,93	37,46	37,20	30,50	33,23	22,93	31,50	21,50	5
39,07	28,94	37,47	37,21	30,51	33,24	22,94	31,51	21,51	6
39,08	28,95	37,48	37,22	30,52	33,25	22,95	31,52	21,52	7
39,09	28,96	37,49	37,23	30,53	33,26	22,96	31,53	21,53	8
39,10	28,97	37,50	37,24	30,54	33,27	22,97	31,54	21,54	9
39,11	28,98	37,51	37,25	30,55	33,28	22,98	31,55	21,55	0
39,12	28,99	37,52	37,26	30,56	33,29	22,99	31,56	21,56	1
39,13	29,00	37,53	37,27	30,57	33,30	23,00	31,57	21,57	2
39,14	29,01	37,54	37,28	30,58	33,31	23,01	31,58	21,58	3
39,15	29,02	37,55	37,29	30,59	33,32	23,02	31,59	21,59	4
39,16	29,03	37,56	37,30	30,60	33,33	23,03	31,60	21,60	5
39,17	29,04	37,57	37,31	30,61	33,34	23,04	31,61	21,61	6
39,18	29,05	37,58	37,32	30,62	33,35	23,05	31,62	21,62	7
39,19	29,06	37,59	37,33	30,63	33,36	23,06	31,63	21,63	8
39,20	29,07	37,60	37,34	30,64	33,37	23,07	31,64	21,64	9
39,21	29,08	37,61	37,35	30,65	33,38	23,08	31,65	21,65	0
39,22	29,09	37,62	37,36	30,66	33,39	23,09	31,66	21,66	1
39,23	29,10	37,63	37,37	30,67	33,40	23,10	31,67	21,67	2
39,24	29,11	37,64	37,38	30,68	33,41	23,11	31,68	21,68	3
39,25	29,12	37,65	37,39	30,69	33,42	23,12	31,69	21,69	4
39,26	29,13	37,66	37,40	30,70	33,43	23,13	31,70	21,70	5
39,27	29,14	37,67	37,41	30,71	33,44	23,14	31,71	21,71	6
39,28	29,15	37,68	37,42	30,72	33,45	23,15	31,72	21,72	7
39,29	29,16	37,69	37,43	30,73	33,46	23,16	31,73	21,73	8
39,30	29,17	37,70	37,44	30,74	33,47	23,17	31,74	21,74	9

٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٧	الدرجة التي
٤٧.٩٨	٤٧.٢٧	٤٥.٧٨	٤٤.٩٤	٤٤.١٥	٤٢.٢٠	٤٢.٤٠	٤١.٤٥	٤٠.٤٥	١٠
٤٧.٠٠	٤٧.٢٨	٤٥.٧٠	٤٤.٩٧	٤٤.١٧	٤٢.٢٢	٤٢.٤٢	٤١.٤٨	٤٠.٤٩	٩
٤٧.٠٢	٤٧.٤٠	٤٥.٧٢	٤٤.٩٩	٤٤.٢٠	٤٢.٢٧	٤٢.٤٧	٤١.٥٢	٤٠.٥٢	٨
٤٧.٠٤	٤٧.٤٢	٤٥.٧٥	٤٥.٠٢	٤٤.٢٣	٤٢.٢٩	٤٢.٤٩	٤١.٥٥	٤٠.٥٥	٧
٤٧.٠٧	٤٧.٤٥	٤٥.٧٧	٤٥.٠٣	٤٤.٢٧	٤٢.٣٢	٤٢.٥٢	٤١.٥٨	٤٠.٥٩	٦
٤٧.٠٨	٤٧.٤٧	٤٥.٨٠	٤٥.٠٧	٤٤.٢٨	٤٢.٣٥	٤٢.٥٧	٤١.٦١	٤٠.٦٢	٥
٤٧.١٠	٤٧.٤٩	٤٥.٨٢	٤٥.٠٩	٤٤.٣١	٤٢.٣٧	٤٢.٥٩	٤١.٦٥	٤٠.٦٦	٤
٤٧.١٢	٤٧.٥١	٤٥.٨٤	٤٥.١٢	٤٤.٣٣	٤٢.٤٠	٤٢.٦٢	٤١.٦٨	٤٠.٦٩	٣
٤٧.١٤	٤٧.٥٢	٤٥.٨٦	٤٥.١٤	٤٤.٣٣	٤٢.٥٢	٤٢.٦٥	٤١.٧١	٤٠.٧٢	٢
٤٧.١٦	٤٧.٥٥	٤٥.٨٩	٤٥.١٦	٤٤.٣٩	٤٢.٥٧	٤٢.٦٨	٤١.٧٤	٤٠.٧٦	١
٤٧.١٨	٤٧.٥٧	٤٥.٩١	٤٥.١٩	٤٤.٣٢	٤٢.٥٩	٤٢.٧١	٤١.٧٧	٤٠.٧٩	٠
٤٧.٢٠	٤٧.٦٠	٤٥.٩٢	٤٥.٢٢	٤٤.٣٤	٤٢.٦٢	٤٢.٧٤	٤١.٨١	٤٠.٨١	٠
٤٧.٢٢	٤٧.٦٢	٤٥.٩٦	٤٥.٢٤	٤٤.٣٤	٤٢.٦٥	٤٢.٧٧	٤١.٨٤	٤٠.٨٦	٠
٤٧.٢٤	٤٧.٦٤	٤٥.٩٨	٤٥.٢٧	٤٤.٣٥	٤٢.٦٧	٤٢.٨٠	٤١.٨٧	٤٠.٨٩	٠
٤٧.٢٦	٤٧.٦٦	٤٥.١٠	٤٥.٢٩	٤٤.٥٢	٤٢.٧٠	٤٢.٨٢	٤١.٩٠	٤٠.٩٢	٠

7	03'13	03'13	01'33	36'33	VL'03	LA'13	VB'13	00'13
70	13'13	11'13	11'33	16'33	0L'03	3A'13	L6'13	30'13
70	13'13	31'13	60'33	17'33	AL'03	1A'13	36'13	10'13
70	01'13	11'13	10'33	17'33	1L'03	1A'13	16'13	00'13
10	11'13	11'13	30'33	17'33	10'03	1A'13	06'13	13'13
00	11'13	01'13	10'33	17'33	10'03	1A'13	17'13	13'13
73	31'13	11'13	16'13	1A'33	10'03	1A'13	17'13	33'13
73	11'13	11'13	06'13	1A'33	10'03	1A'13	37'13	13'13
33	11'13	01'13	16'13	3A'33	63'03	11'13	17'13	13'13
13	11'13	11'13	06'13	1A'33	13'03	11'13	07'13	1A'13
03	11'13	10'13	1A'13	1A'33	33'03	31'13	1A'13	1A'13
71	10'13	10'13	37'13	1L'33	13'03	11'13	1A'13	01'13
71	10'13	10'13	1A'13	1L'33	13'03	11'13	1A'13	1A'13
31	10'13	00'13	1A'13	1L'33	1A'03	10'13	1A'13	1A'13
11	10'13	10'13	1A'13	1L'33	1A'03	10'13	1A'13	1A'13
1	10'13	10'13	1A'13	1L'33	1A'03	10'13	1A'13	1A'13

٢٩	٢٨	٢٧	٢٦	العدد المجموع
٤٨,٩١	٤٨,٥٢	٤٨,٠٦	٤٧,٥٥	٠٠
٤٨,٩٢	٤٨,٥٣	٤٨,٠٨	٤٧,٥٧	٢
٤٨,٩٣	٤٨,٥٤	٤٨,١٠	٤٧,٥٩	٤
٤٨,٩٤	٤٨,٥٦	٤٨,١١	٤٧,٦١	٦
٤٨,٩٦	٤٨,٥٧	٤٨,١٣	٤٧,٦٢	٨
٤٨,٩٧	٤٨,٥٨	٤٨,١٤	٤٧,٦٤	١٠
٤٨,٩٨	٤٨,٦٠	٤٨,١٦	٤٧,٦٦	١٢
٤٨,٩٩	٤٨,٦١	٤٨,١٧	٤٧,٦٨	١٤
٤٩,٠٠	٤٨,٦٣	٤٨,١٩	٤٧,٦٩	١٦
٤٩,٠١	٤٨,٦٤	٤٨,٢١	٤٧,٧١	١٨
٤٩,٠٣	٤٨,٦٥	٤٨,٢٢	٤٧,٧٣	٢٠
٤٩,٠٤	٤٨,٦٧	٤٨,٢٤	٤٧,٧٥	٢٢
٤٩,٠٥	٤٨,٦٨	٤٨,٢٥	٤٧,٧٦	٢٤
٤٩,٠٦	٤٨,٦٩	٤٨,٢٧	٤٧,٧٨	٢٦
٤٩,٠٧	٤٨,٧١	٤٨,٢٨	٤٧,٨٠	٢٨
٤٩,٠٨	٤٨,٧٢	٤٨,٣٠	٤٧,٨٢	٣٠
٤٩,٠٩	٤٨,٧٣	٤٨,٣١	٤٧,٨٣	٣٢
٤٩,١٠	٤٨,٧٤	٤٨,٣٣	٤٧,٨٥	٣٤
٤٩,١١	٤٨,٧٦	٤٨,٣٤	٤٧,٨٧	٣٦
٤٩,١٣	٤٨,٧٧	٤٨,٣٦	٤٧,٨٨	٣٨
٤٩,١٤	٤٨,٧٨	٤٨,٣٧	٤٧,٩٠	٤٠
٤٩,١٥	٤٨,٨٠	٤٨,٣٩	٤٧,٩٢	٤٢

£9,17	£8,81	£8,£.	£7,93	££
£9,17	£8,82	£8,£1	£7,90	£7
£9,18	£8,83	£8,£3	£7,97	£8
£9,19	£8,80	£8,££	£7,98	0.
£9,20	£8,87	£8,£7	£8,00	02
£9,21	£8,87	£8,£7	£8,01	0£
£9,22	£8,88	£8,£9	£8,03	07
£9,23	£8,90	£8,00	£8,00	08
£9,2£	£8,91	£8,02	£8,07	7.

ملحق (٣) : العلاقة بين درجات الانحدار ومعدلات الانحدار

الانحدار بالدرجات	معدل الانحدار %	الانحدار بالدرجات	معدل الانحدار %	الانحدار بالدرجات	معدل الانحدار %
صفر	صفر	٢١	٣٨,٣٩	٤٢	٩٠,٠٤
١	١,٧٥	٢٢	٤٠,٤٠	٤٣	٩٣,٢٥
٢	٣,٤٩	٢٣	٤٢,٤٥	٤٤	٩٦,٥٧
٣	٥,٢٤	٢٤	٤٤,٥٢	٤٥	١٠٠,٠٠
٤	٦,٩٩	٢٥	٤٦,٦٣	٤٦	١٠٣,٥٥
٥	٨,٧٥	٢٦	٤٨,٨٠	٤٧	١٠٧,٢٤
٦	١٠,٥١	٢٧	٥٠,٩٥	٤٨	١١١,٠٦
٧	١٢,٢٨	٢٨	٥٣,١٧	٤٩	١١٥,٠٤
٨	١٤,٠٥	٢٩	٥٥,٤٣	٥٠	١١٩,١٨
٩	١٥,٨٤	٣٠	٥٧,٧٤	٥١	١٢٣,٤٩
١٠	١٧,٦٣	٣١	٦٠,٠٩	٥٢	١٢٧,٩٩
١١	١٩,٤٤	٣٢	٦٢,٤٩	٥٣	١٣٢,٧٠
١٢	٢١,٢٦	٣٣	٦٤,٩٤	٥٤	١٣٧,٦٤
١٣	٢٣,٠٩	٣٤	٦٧,٤٥	٥٥	١٤٢,٨١
١٤	٢٤,٩٣	٣٥	٧٠,٠٢	٥٦	١٤٨,٢٦
١٥	٢٦,٧٩	٣٦	٧٢,٦٥	٥٧	١٥٣,٩٩
١٦	٢٨,٦٧	٣٧	٧٣,٣٦	٥٨	١٦٠,٠٣
١٧	٣٠,٥٧	٣٨	٧٨,١٣	٥٩	١٦٦,٤٣
١٨	٣٢,٤٩	٣٩	٨٠,٩٨	٦٠	١٧٣,٢١
١٩	٣٤,٤٣	٤٠	٨٣,٩١	٦١	١٨٠,٤٠
٢٠	٣٦,٤٠	٤١	٨٦,٩٣	٦٢	١٨٨,٠٧

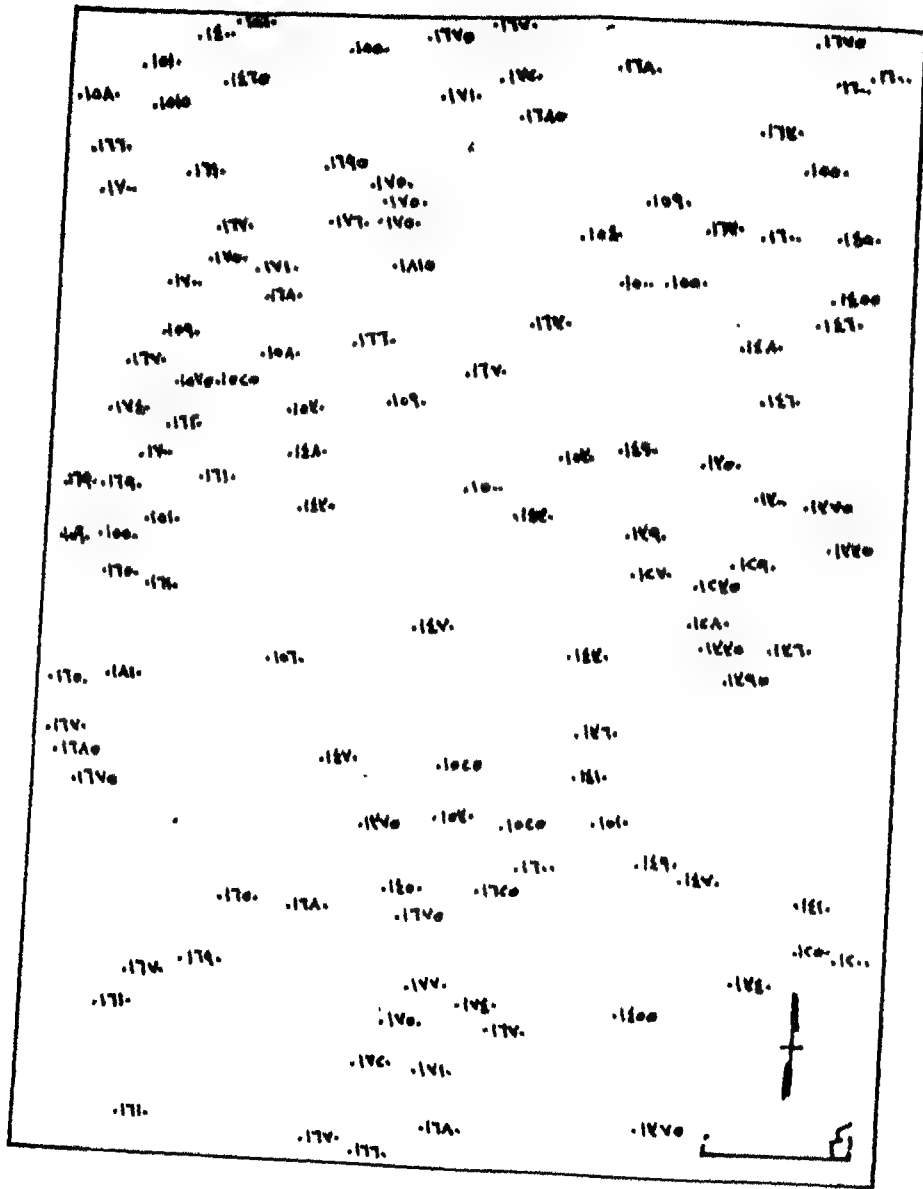
(تابع) ملحق (٣) : العلاقة بين درجات الانحدار ومعدلات الانحدار

معدل الانحدار %	الانحدار بالدرجات	معدل الانحدار %	الانحدار بالدرجات	معدل الانحدار %	الانحدار بالدرجات
٨١٤,٤٣	٨٣	٣٠٧,٧٧	٧٣	١٩٦,٢٦	٦٣
٩٥١,٤٤	٨٤	٣٢٧,٠٩	٧٤	٢٠٥,٠٣	٦٤
١١٤٣,٠١	٨٥	٣٤٨,٧٤	٧٥	٢١٤,٤٥	٦٥
١٤٣٠,٠٧	٨٦	٣٧٣,٢١	٧٦	٢٢٤,٦٠	٦٦
١٩٠٨,١١	٨٧	٤٠١,٠٨	٧٧	٢٣٥,٥٩	٦٧
٢٨٦٣,٦٣	٨٨	٤٣٣,١٥	٧٨	٢٤٧,٥١	٦٨
٥٧٢٩,٠٠	٨٩	٤٧٠,٤٦	٧٩	٢٦٠,٥١	٦٩
ما لانهاية	٩٠	٥١٤,٤٦	٨٠	٢٧٤,٧٥	٧٠
		٥٦٧,١٣	٨١	٢٩٠,٤٢	٧١
		٦٣١,٣٨	٨٢	٣٠٧,٧٧	٧٢

ملحق التمرينات التطبيقية

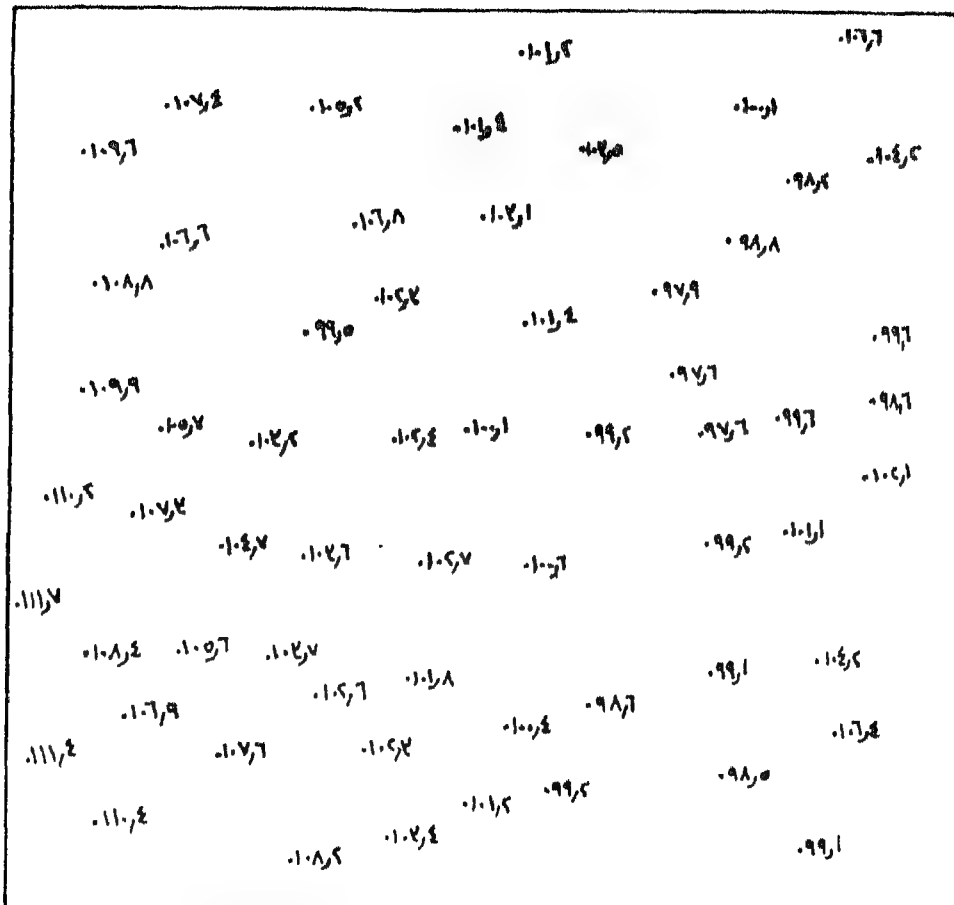
تمرين رقم (١) :

ارسم خطوط الكنتور التى تبين شكل سطح الأرض فى المنطقة التى تمثلها
لوحة المناسيب بفاصل كنتورى قدره ١٠٠ م.



تصمين رقم (٢) :

تبين لوحة المناسيب التالية مناسيب سطح الأرض من واقع ميزانية كنتورية
أجريت للمنطقة، والمطلوب رسم خطوط الكنتور بفواصل كنتورى قدره متراً
واحداً.

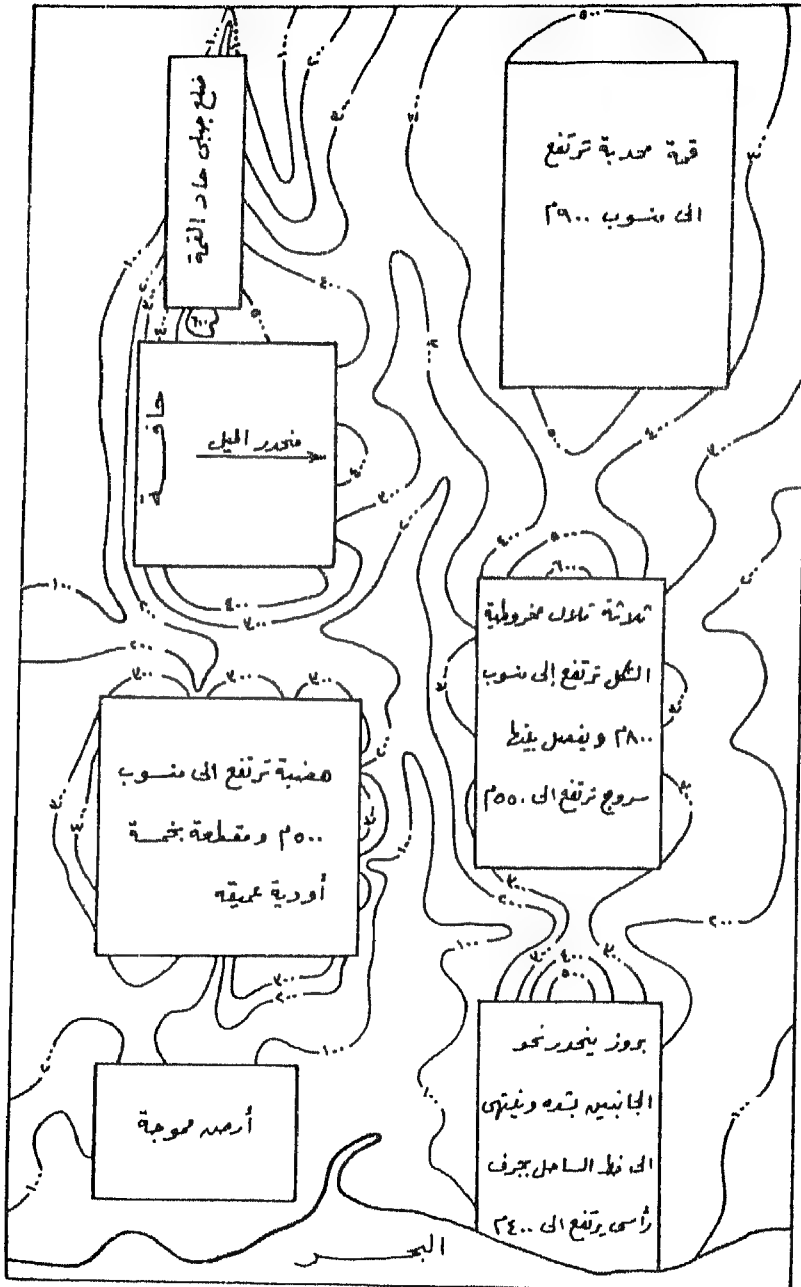


الفواصل الكنتورى (م)

مقياس الرسم (1 : 1000)

تصمين رقم (٣) :

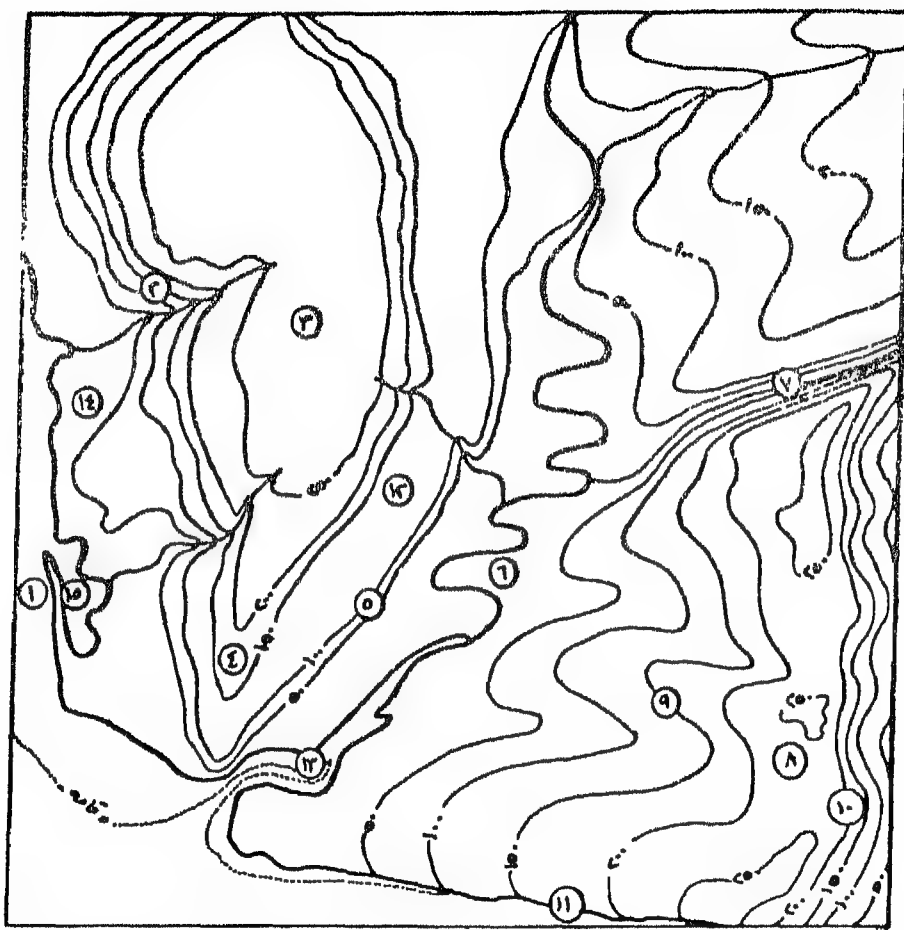
أكمل الخريطة الكنتورية التالية لتبين الظواهر الجيومورفولوجية الموضحة داخل المستطيلات.



تمرين رقم (٤) :

تبين الأرقام من ١ إلى ١٥ على الخريطة الظاهرات المسجلة فى القائمة التالية ولكنها ليست بنفس الترتيب، والمطلوب إعادة ترتيب القائمة طبقاً لتسلسل أرقام الظاهرات على الخريطة.

- | | |
|--|---|
| Broad, flat - bottomed valley | ١ - سهل فيضى متسع |
| Nose or crest of an escarpment | ٢ - أنف أو محور كويستا |
| Estuare | ٣ - مصب خليجى |
| Sand spit | ٤ - لسان بحرى |
| Plateau | ٥ - هضبة |
| | ٦ - وادى نهري ضيق عميق |
| Deep, narrow, steep - sided, V - shaped valley | |
| Bluff | ٧ - واجهة مصطبة |
| Dip - slope or back of an escarpment | ٨ - منحدر الميل أو ظهر الكويستا |
| Lagoon | ٩ - لاجون (بحيرة ساحلية) |
| Terrace | ١٠ - مصطبة |
| Steep - sided, plateau spur | ١١ - بروز هضبى |
| Coastal plain | ١٢ - سهل ساحلى |
| | ١٣ - مجرى نهري سريع الجريان فى قطاعه الأوسط |
| River Flows Fastest in its middle course | |
| Escarpment slope "Face" | ١٤ - واجهة الكويستا |
| Vertical marine cliff | ١٥ - جرف بحرى رأسى |



تمرين رقم (٥) :

ادرس الخريطة الكنتورية التالية، وتعرف على مايتى :

- ١ - أنواع المنحدرات من ١ إلى ٨ .
- ٢ - أنواع الأودية والمنخفضات من I إلى V .
- ٣ - أنواع المناطق المرتفعة من أ إلى و .
- ٤ - أى ظاهرات جيومورفولوجية أخرى .
- ٥ - أكمل بقية المجارى المائية على الخريطة .

تمرين رقم (٦) :

أدرس الخريطة الكنتورية التالية والتي رسمت بفواصل كنتورى قدره ١٠٠ متراً، ثم أجب عما يأتى :

١ - ارسم المجرى النهري الذى ينتهى إلى البحر عند النقطة (أ) وروافده الرئيسية.

٢ - ماهو منسوب أعلى نقطة فى الجزيرة ؟ حدد تلك النقطة على الخريطة.

٣ - احسب مقياس رسم الخريطة بالتقريب، وشرح الخطوات التى اتبعتها.

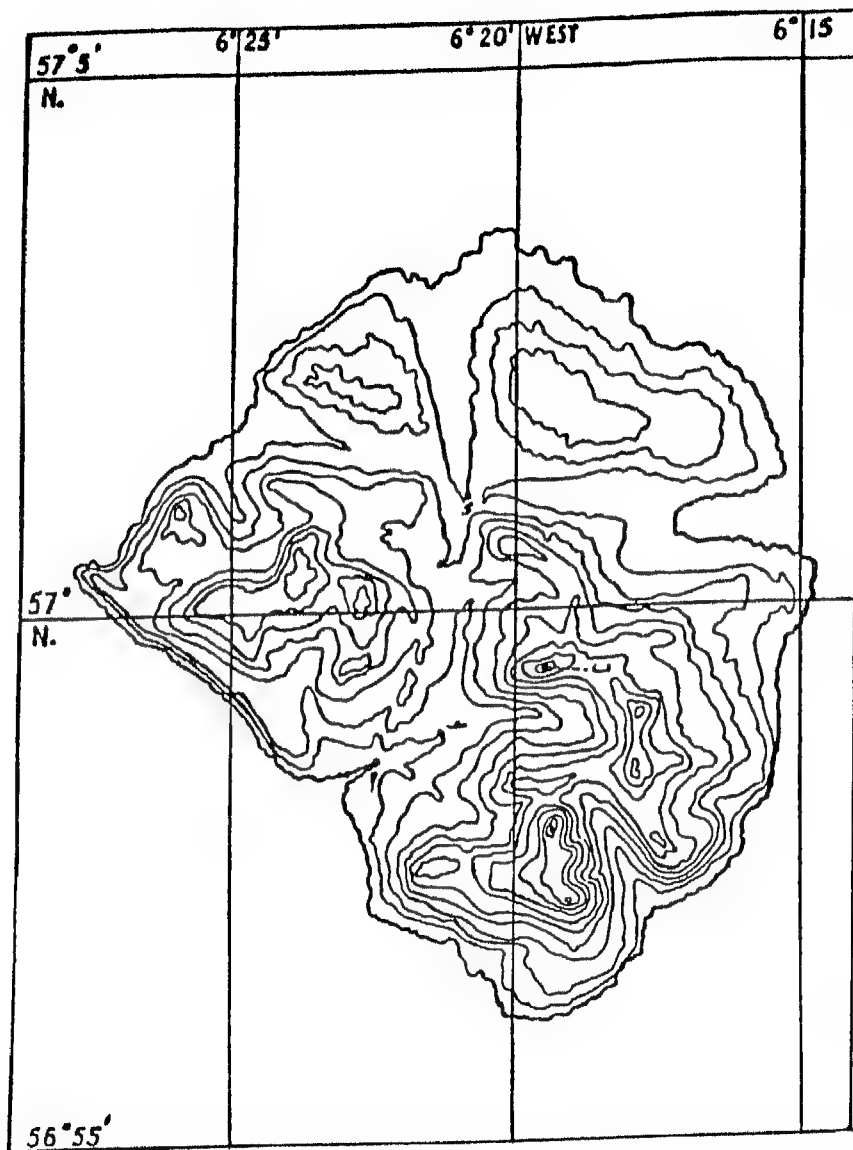
٤ - احسب متوسط درجة الإنحدار على طول الخط ب ج ، ماهو نوع المنحدر ؟

٥ - ارسم شبكة التصريف المائى التى تشق أرض الجزيرة.

٦ - اكتب وصفاً جيومورفولوجياً مختصراً للأودية الرئيسية بالجزيرة ودعمه بالقطاعات العرضية والطولية المناسبة.

٧ - قارن بين المظهر التضاريسى عند النقطة (ج) ، والمظهر التضاريسى عند النقطة (د) فى مجال رؤية نحو الشرق عند كل منهما.

٨ - إذا قمت برحلة بحرية حول الجزيرة فما هى الملامح الجيومورفولوجية لسواحلها ؟



تمرين رقم (٧):

رسمت الخريطة الكنتورية التالية بفارق رأسى قدره ١٠٠ متراً حتى منسوب ٢٠٠ متراً، وبفارق رأسى قدره ٢٠٠ متراً بعد ذلك، والمطلوب :

- ١ - ظلل المناطق المحصورة بين منسوب ٨٠٠ م ومنسوب ١٠٠٠ م.
- ٢ - أكمل شبكة التصريف المائى للمجرى النهري الذى يظهر جزء منه عند (أ).

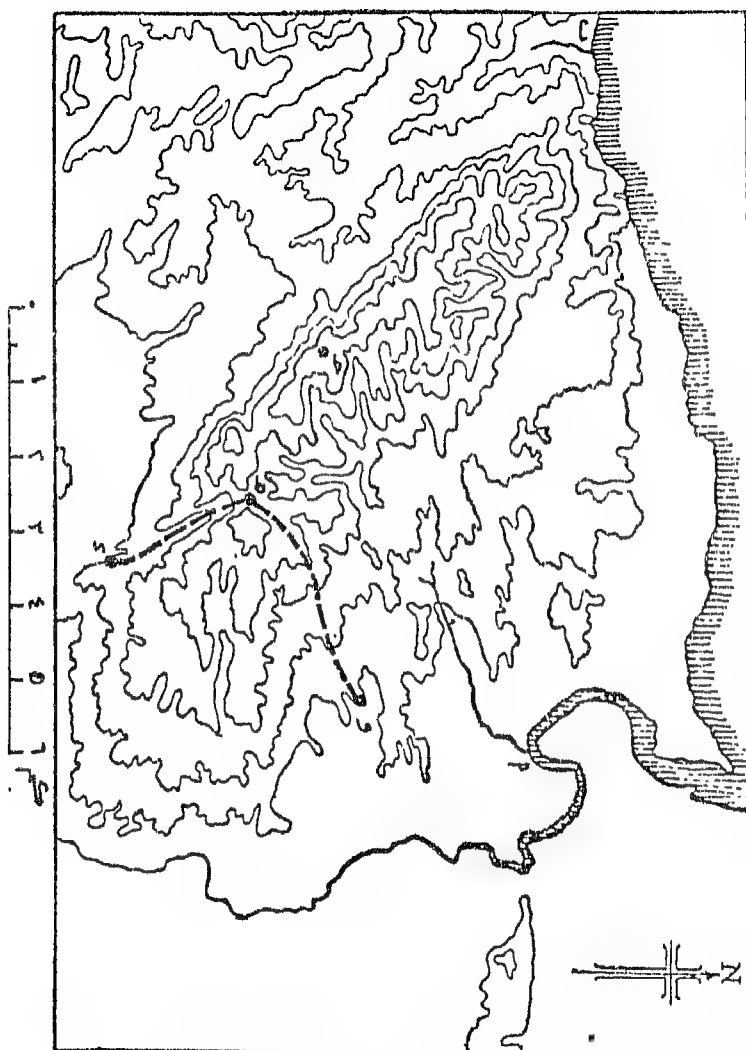
٣ - حدد على الخريطة خط تقسيم المياه الذى يفصل حوض النهر الذى يظهر جزء منه عند (ب) عن الأحواض المجاورة.

٤ -- قارن بين المظهر التضاريسى الواقع إلى الشرق من نقطة جـ والمظهر التضاريسى الواقع إلى الغرب منها علماً بأن زاوية مجال الرؤية لكل اتجاه هى ٦٠°.

٥ -- صف اتجاه الطريق د هـ و (منسوب هـ = ٧٥٠ م)، واحسب درجة انحدار جزئية د هـ، هـ و.

٦ - أوصف الخصائص الجيومورفولوجية التى يتصف بها المجرى النهري الذى ينتهى عند (أ).

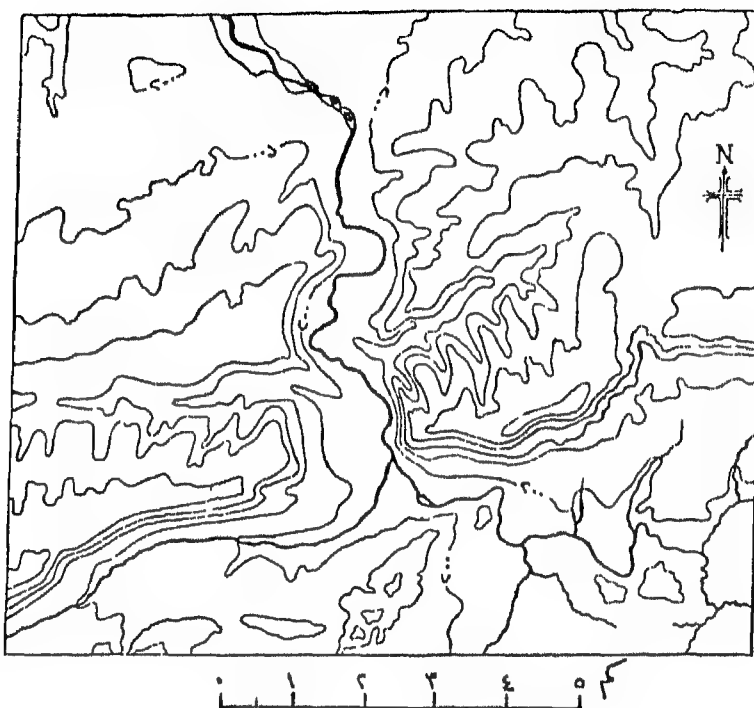
٧ - قارن جيومورفولوجياً بين السهل الساحلى والسهل الفيضى فى المنطقة المثلة على الخريطة.



تمرين رقم (٨)

ادرس الخريطة الكنتورية المرسومة بفارق رأسى قدره ٢٠٠ م والتي تبين كل
المجارى المائية التى تشق طريقها بالمنطقة، والمطلوب:

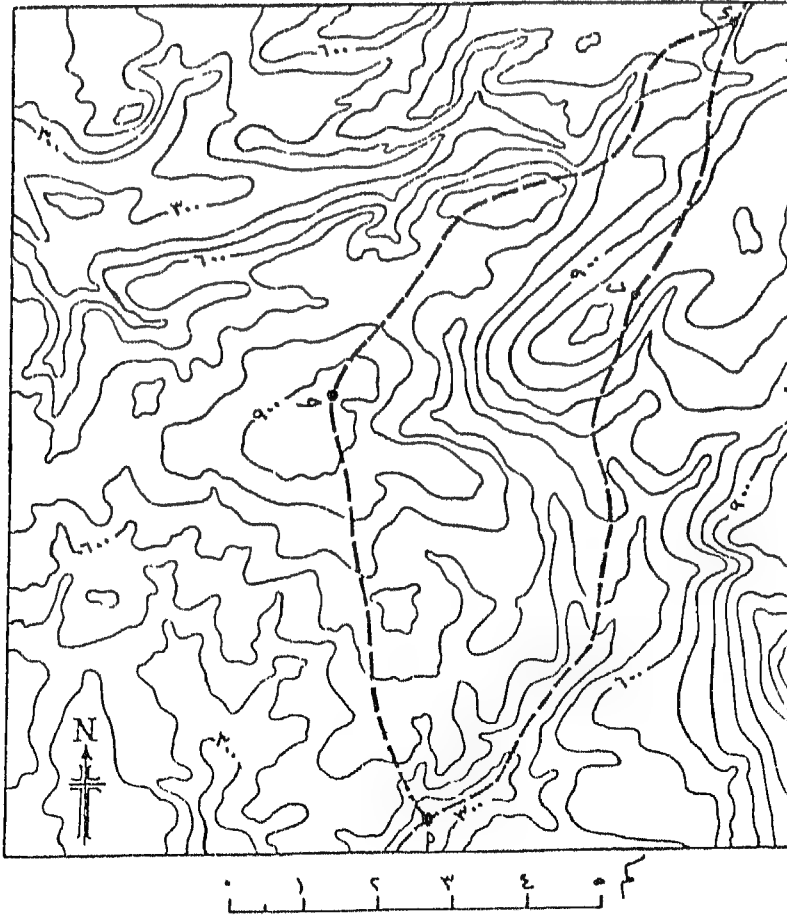
- ١ - احسب مساحة المنطقة الممثلة على الخريطة بالكيلو متر المربع.
- ٢ - ظلل المناطق التى يزيد منسوبها عن ٦٠٠ م.
- ٣ - وضع على الخريطة الظواهر التالية: خانق نهري، أودية جافة، حافة أو
واجهة كويستا.
- ٤ - صف الظواهر المرتبطة بالمجرى النهري المبين على الخريطة، وحدد خصائص
الوادي على طول امتداده.
- ٥ - قارن بين المجارى المائية فى جنوب شرق المنطقة، والمجارى المائية فى جنوبها
الغربى.
- ٦ - حدد أنواع المجارى النهرية المبينة على الخريطة.



تمرين رقم (٩)

ادرس الخريطة الكنتورية التالية، ثم أجب عما يأتي:

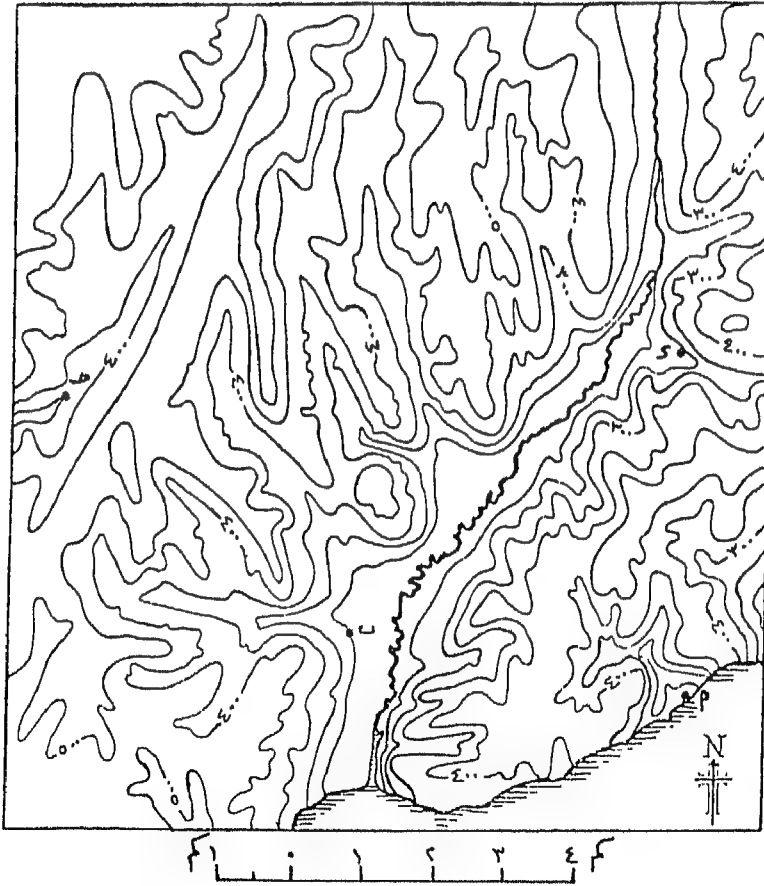
- ١ - ارسم شبكة التصريف المائي على الخريطة، وحدد خطوط تقسيم المياه بين أحواضها.
- ٢ - ارسم قطاع تضاريسي للطريق أ ب د.
- ٣ - صف الطريق أ ج د وأحسب متوسط انحداره جزئية أ ج ، ج د.
- ٤ - ارسم قطاعاً طولياً للنهر وروافده الذي يمر بالمنطقة (أ) على الخريطة.



تمرين رقم (١٠)

ادرس الخريطة الكنتورية، ثم أجب عما يأتي:

- ١ - ظل المناطق التي يزيد ارتفاعها عن ٦٠٠ م.
- ٢ - ارسم قطاعاً عرضياً يربط بين النقط أ، ب، ج، د.
- ٣ - ارسم على الخريطة الروافد التي تتصل بالنهر الرئيسي عند ضفته اليمنى.
- ٤ - اكتب وصفاً جيومورفولوجياً مختصراً للمنطقة الممثلة على الخريطة.



تمرين رقم (١١)

ادرس الخريطة الكنتورية التى توضح فى الجهة الغربية منها خط تقسيم مياه بين حوض نهري تمثل الخريطة جزء منه وحوض نهري آخر يقع إلى الغرب، ومبين عليه المناسيب بالمتري. كما توضح الخريطة طريق يربط بين ب، ج، د والمطلوب:

١ - ارسم قطاعين تضاريسيين الأول على طول امتداد خط تقسيم المياه، والثاني بين نقطة (أ) وأعلى نقطة منسوب على خط تقسيم المياه، وعين طوله واتجاهه.

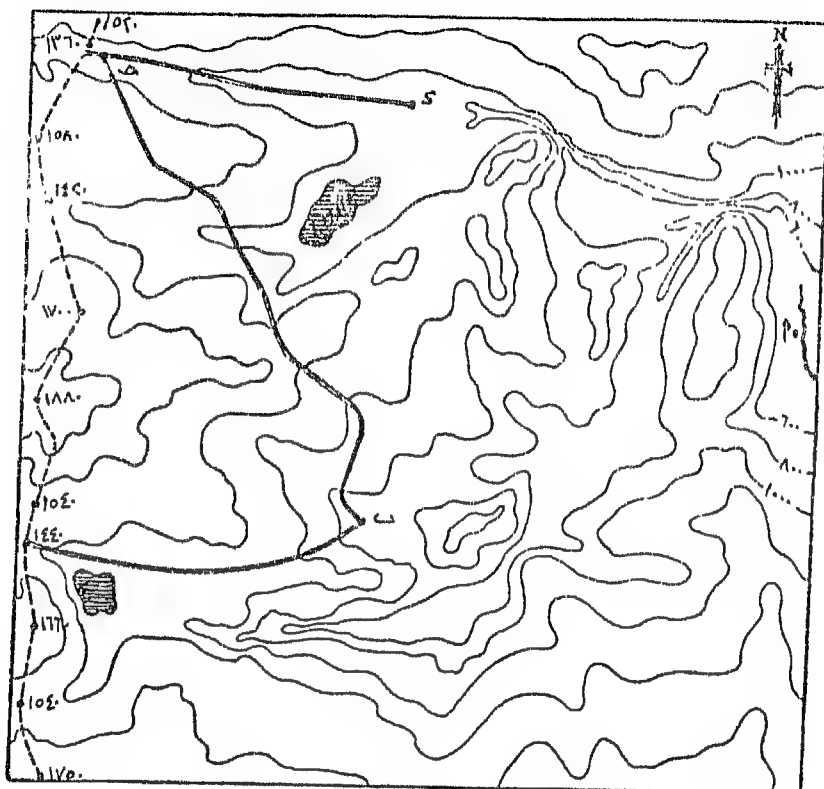
٢ - ارسم شبكة التصريف المائي على الخريطة.

٣ - ارسم قطاعاً طويلاً للنهر الذى يمر بجوار نقطة (أ) وروافده الرئيسية.

٤ - اكتب وصفاً جيومورفولوجياً مختصراً للمنطقة الممثلة على الخريطة.

٥ - خطط طريقاً للسيارات يربط بين أ، ب بنسبة انحدار ١ : ٦٠.

٦ - ارسم قطاعات متداخلة وأخرى بانورامية للمنطقة فى اتجاه شمالي / جنوبي ناظراً إليها من جهة الشرق والمسافة بين كل قطاع والذى يليه ١ كيلومتراً واحداً فى الطبيعة.

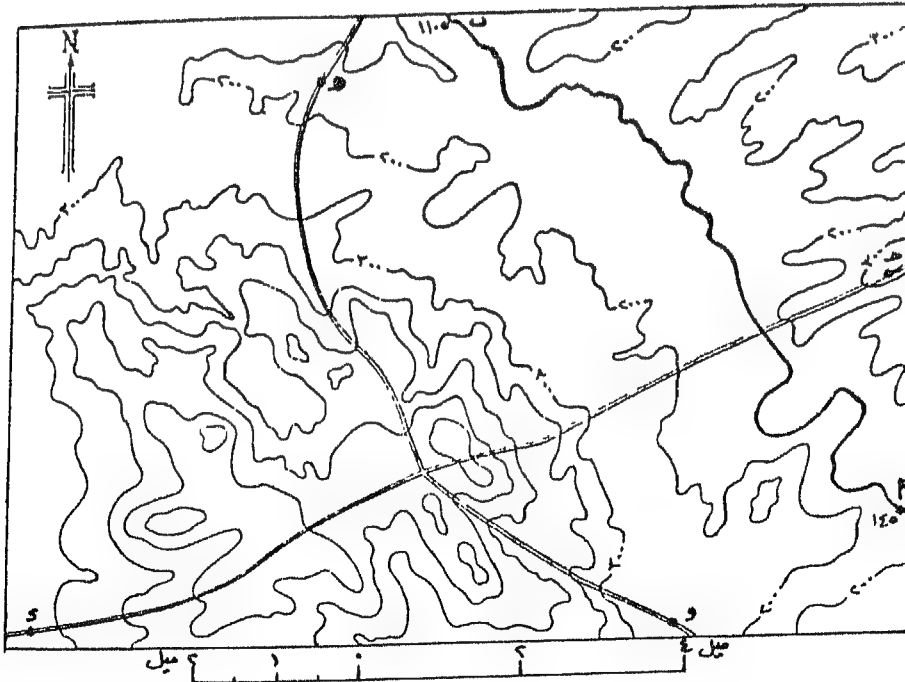


مقياس الرسم ١:١٦٧٥٠

تمرين رقم (١٢)

ادرس الخريطة الكنتورية التالية، والقيم عند أ، ب تبين منسوب المجرى النهرى، والمطلوب:

- ١ - حساب نسبة انحدار المجرى النهرى بين أ، ب.
- ٢ - ارسم شبكة التصريف النهرى على الخريطة بالتفصيل.
- ٣ - أوصف بالتفصيل اتجاه وانحدار الطريق جـ د والظواهر التضاريسية التى يمر بها ، وقارن بينه وبين الطريق هـ و.
- ٤ - هل يمكن رؤية النقطتين د، هـ من نقطة تقاطع الطريقين.
- ٥ - حدد المناطق المحتجة عن عين الراصد الواقف فى نقطة تقاطع الطريقين (منسوبها ٦٥٠ متراً) وذلك فى الجهة الغربية من اللوحة المحصورة بين النقطتين د، هـ.



تمرين رقم (١٣) :

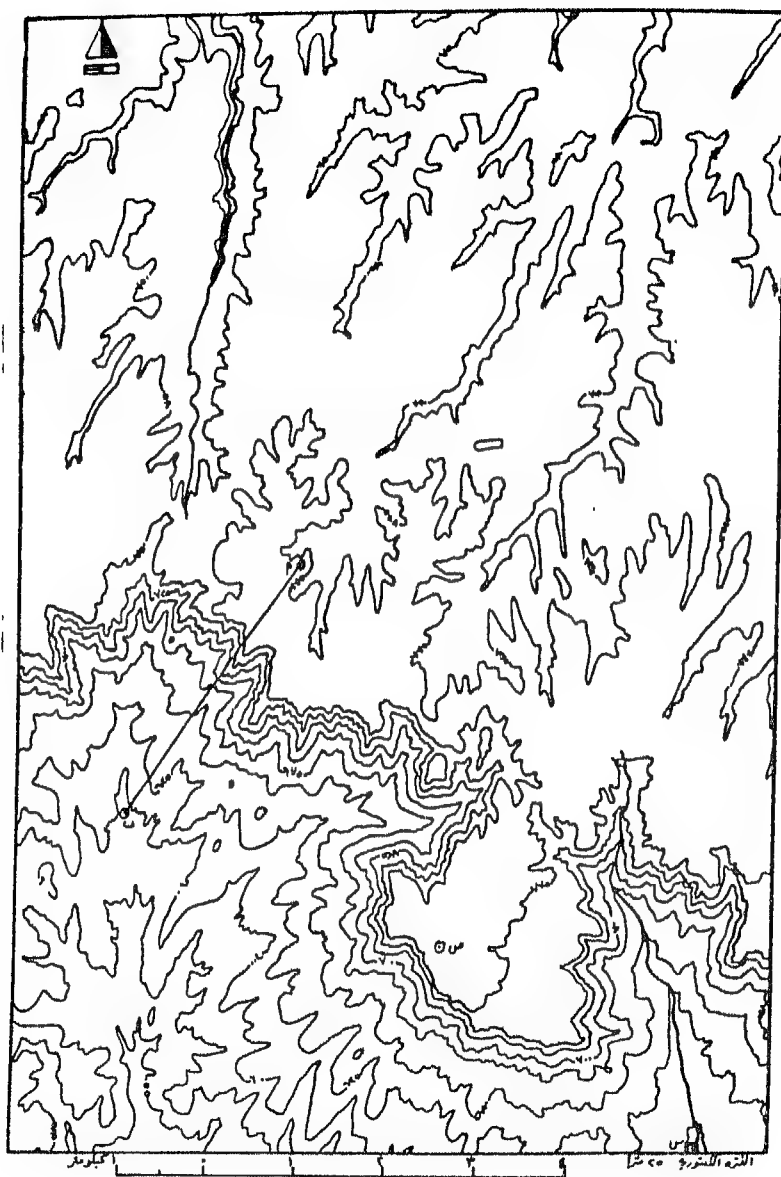
ارسم خريطة كنتورية بفواصل كنتورى قدره ١٠٠ م ومقياس رسم ١ : مليون لمنطقة مستطيلة الشكل تمتد من الشرق إلى الغرب مسافة ٢٤٠ كم ومن الشمال إلى الجنوب ١٤٠ كم ، وتوجد بها الظواهر التضاريسية الرئيسية التالية :

ينحدر وادياً نهرياً فى وسط المنطقة تقريباً من شمال الشمال الشرقى إلى جنوب الجنوب الغربى وطول الجزء الممثل منه على الخريطة ١٠٠ كم ويصب جنوباً فى لاجون. ويظهر على جانبى الوادى مصبوبة ترتفع إلى منسوب ٢٠٠ م . والمنطقة الشرقية للوادى عبارة عن جبل ذى قممتين : قمة جنوبية تصل إلى إرتفاعها إلى ١٠٠٠ م وتطل على البحر بإنحدار رأسى حتى منسوب ٣٠٠ م وشديد حتى منسوب ٦٠٠ م ، بينما يصل إرتفاع القمة الشمالية إلى منسوب ١٢٠٠ م. ويشرف هذا الجبل من ناحية الغرب بإنحدار شديد من إرتفاع ١١٠٠ م إلى ٥٠٠ م ثم يقل الإنحدار كثيراً من إرتفاع ٥٠٠ حتى مجرى النهر. وينحدر من منطقة الرقبة بين القمتين رافد صغير طوله ١٢٠ كم ليلتقى بالنهر الرئيسى فى نقطة تبعد ٤٠ كم من مصب النهر الرئيسى. أما الجانب الغربى من وادى النهر الرئيسى فهو عبارة عن منطقة أقل ارتفاعاً من الجانب الشرقى إذ أن أعلى منسوب بها هو هضبة متوسط ارتفاعها ٦٠٠ م. ويتقطع سطح الهضبة وحوافها فى المنطقة الممثلة على الخريطة بثلاثة أودية الأول يتصل بالنهر الرئيسى كرافد له، والثانى يصب فى البحر، والثالث ينحدر ناحية الجنوب الغربى للمنطقة. وتنحدر الأرض فى المنطقة لإنحداراً محدباً غير شديد نحو الجنوب.

تمرين رقم (١٤):

ادرس الخريطة الكنتورية التالية ثم أجب عما يأتي :

- ١ - ارسم خطوط التصريف النهري بدقة كما تبينها خطوط الكنتور.
- ٢ - احسب قيمة التضاريس النسبية في المنطقة المبينة على الخريطة.
- ٣ - عين اتجاه إنحدار سطح الأرض في المنطقة.
- ٤ - حدد على الخريطة خطوط تقسيم المياه، وحدود حوض النهر الذي ينحدر صوب الجنوب الشرقي.
- ٥ - قارن بين النهرين الموضحين على الخريطة من حيث : نسبة الإنحدار - طبيعة وشكل الإنحدار - النوع.
- ٦ - مانوع نظام التصريف النهري في المنطقة المبينة على الخريطة.
- ٧ - ارسم قطاعاً تضاريسياً على طول الخط أ ب.
- ٨ - اكتب وصفاً جيومورفولوجياً للمنطقة فيما لايزيد على خمسة أسطر.
- ٩ - هل يمكن رؤية النقطة (ب) من النقطة (أ) ؟
- ١٠ - اقترح تخطيط طريق بين نقطتي س ، ص يصلح للسيارات.



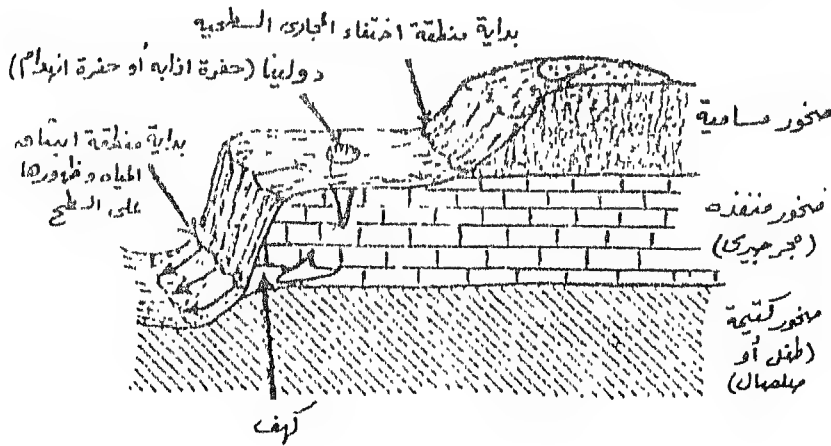
تمرين رقم (١٥):

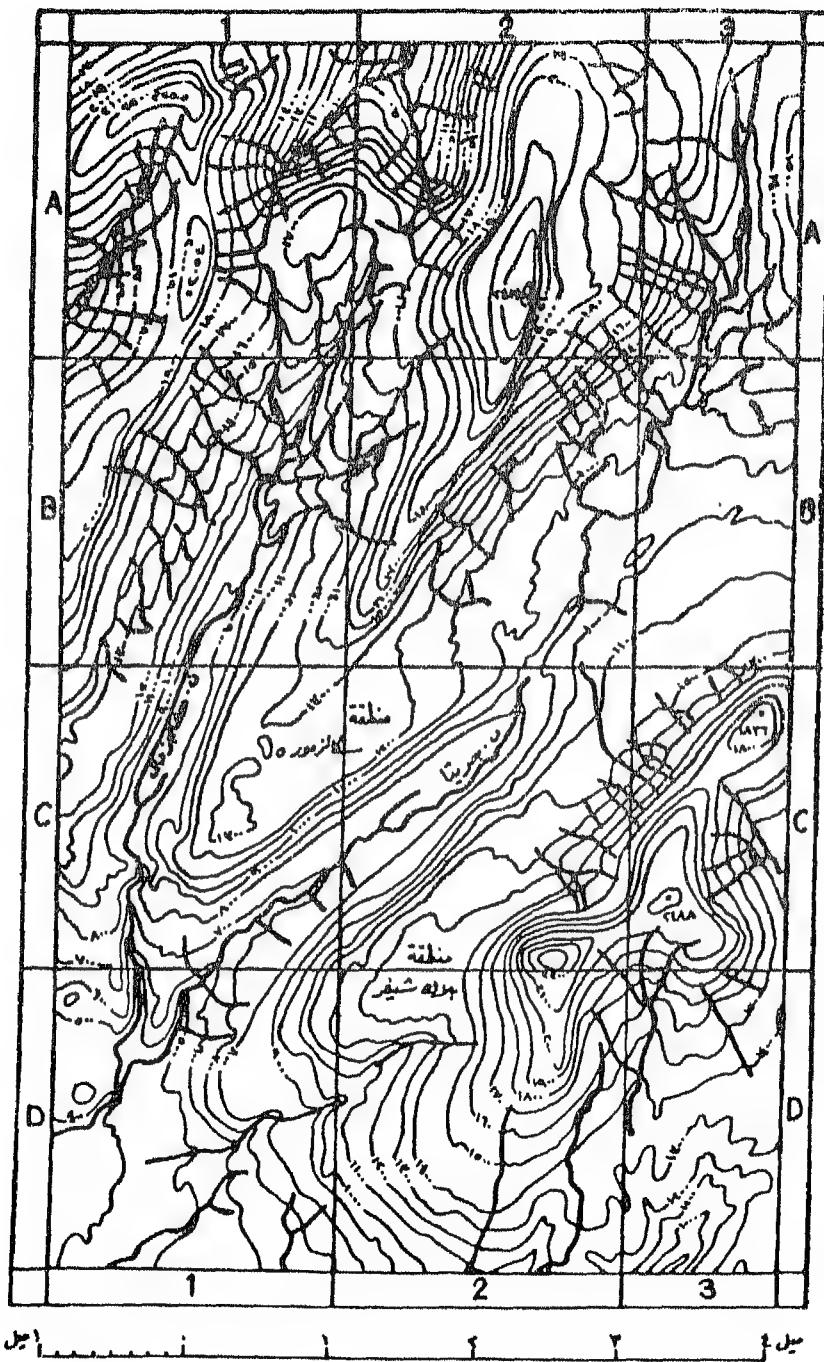
ادرس الخريطة الكنتورية ثم أجب عما يأتي :

١ - اكتب وصفاً تفصيلياً لتضاريس المنطقة المبينة على الخريطة، ثم ارسم خريطة تخطيطية توضح الوحدات التضاريسية التي يمكن أن تقسم إليها المنطقة ، مع رسم القطاعات التضاريسية اللازمة للوصف المورفولوجي .

٢ - يوضح القطاع المجسم البسيط المرفق بالخريطة التركيب الجيولوجي العام للمنطقة. ويعتبر الحجر الجيري النوع الصخري الشائع حيث تتشكل عليه مصاطب صخرية مثل منطقة سكالز مور بالمربع C1 وما جاورها ، ومنطقة بلاك شيفر بالمربع C2 وما جاورها. وتختفي المجارى المائية المنحدرة على مكاشف الحجر الرملي والطفل فى كهوف وحفر إنهدامية عند وصولها إلى مكشف الحجر الجيري، ثم تعاود الظهور مرة أخرى على سطح الأرض عند سطح الانفصال بين الحجر الجيري والصلصال، والمطلوب : ارسم على الخريطة بلون مميز كل من السطح العلوى والسطح السفلى لطبقة الحجر الجيري.

٣ - ارسم على الخريطة خط تقسيم المياه الذى يحدد كل من حوض نهر كنجز دال، ونهر جريتا.





تمرين رقم (١٦):

ادرس الخريطة وأجب عن الأسئلة التالية:

١ - اكتب وصفاً تفصيلياً لتضاريس المنطقة مع رسم قطاع فى إتجاه شمالى / جنوبى عبر المربعات A2, B2, C3, D2 وعين عليه الوحدات التضاريسية التى يمكن أن تنقسم إليها المنطقة.

٢ - المربع رقم A1 :

أ - علل : يصنع نهر ديرونت إنحناءات كثيرة فى قسمه الواقع إلى الجنوب من قريتي آيتون الشرقية وآيتون الغربية وذلك بمقارنته بالقسم الواقع إلى الشمال منهما.

ب - علل : إنحناء خط السكة الحديد صوب الشمال عبر هذا المربع.

ج - ماهى « فى رأيك » العوامل الجغرافية التى أدت إلى نشأة كل من قريتي آيتون الشرقية وآيتون الغربية ؟

٣ - المربع رقم A2 :

أ - ظلل المناطق التى يبلغ منسوبها أقل من ١٠٠ قدم.

٤ - المربعات B1 , B2 ; B3 :

أ - احسب نسبة إنحدار الطريق الفرعى من النقطة ٩١ (بالقرب من الحافة الشمالية للمربع B1) إلى خط كنتور ١٠٠ قدم (فى المربع A1).

ب - اذكر الأسباب المحتملة وراء إختفاء القرى فى المربعات B1, B2, B3.

ج - علل : استقامة المجرى النهري فى المربع B2.

٥ - المربعات C1, C2, D1, D2, D3 :

أ - ارسم محاور الأودية الجافة كما تبينها خطوط الكنتور .

ب - بما تعلق إختفاء المجرى المائية من النصف الجنوبى من المنطقة ؟

ج - هل يمكن رؤية كنيسة جانتون من النقطة ٥٨٤ ؟

- ٦ - قارن بين الكثافة السكانية فى المربع A1 والكثافة السكانية فى المربع D1 ماهى « فى رأيك » الظروف الطبيعية وراء الاختلاف بينهما؟
- ٧ - ماهى الصلة التى تجمع بين قرى جانتون، ويللرى، فلكستون ؟ وبماذا تعلل نشأتها ؟
- ٨ - ماهى المصاعب التى يمكن أن يعانى منها المزارعون فى المربعات B1, B2, B3 والمربعات D1, D2, D3 ؟
- ٩ - اذكر مدلول العلامات الإصطلاحية المرسومة أسفل الخريطة المرفقة.
- ١٠ - اذكر الإحداثى المحلى العادى، والإحداثى الكيلومتري العادى لكنيسة جانتون.
- ١١ - ما رقم الخريطة الدولية التى تقع فيها هذه اللوحة ؟

۳۴۴

تصريف رقم (١٧) :

ادرس الخريطة الكنتورية التالية التى تبين جزء من وادى نهري يشق المنطقة وينحدر مجراه من الشمال نحو الجنوب ثم الجنوب الغربى، ثم أجب عما يأتى :

١ - ظلل المنطقة التى يتراوح منسوبها بين ١٥٠٠ ، ١٧٠٠ م على الجانب الشرقى للوادي، والمنطقة المحصورة بين منسوبى ١٥٠٠ ، ١٦٠٠ م على الجانب الغربى للوادي.

٢ - ماهى الظاهرة الجيومورفولوجية التى تميز هذا الجزء المظلل على جانبي الوادي؟ ولماذا - فى رأيك - اختلف منسوب نطاق تواجدها على جانبي الوادي.

٣ - ماهى أنواع الصخور - بصفة عامة - التى يمكن أن تتوقع وجودها فى المنطقة الممثلة على الخريطة وما ترتيبها الرأسى.

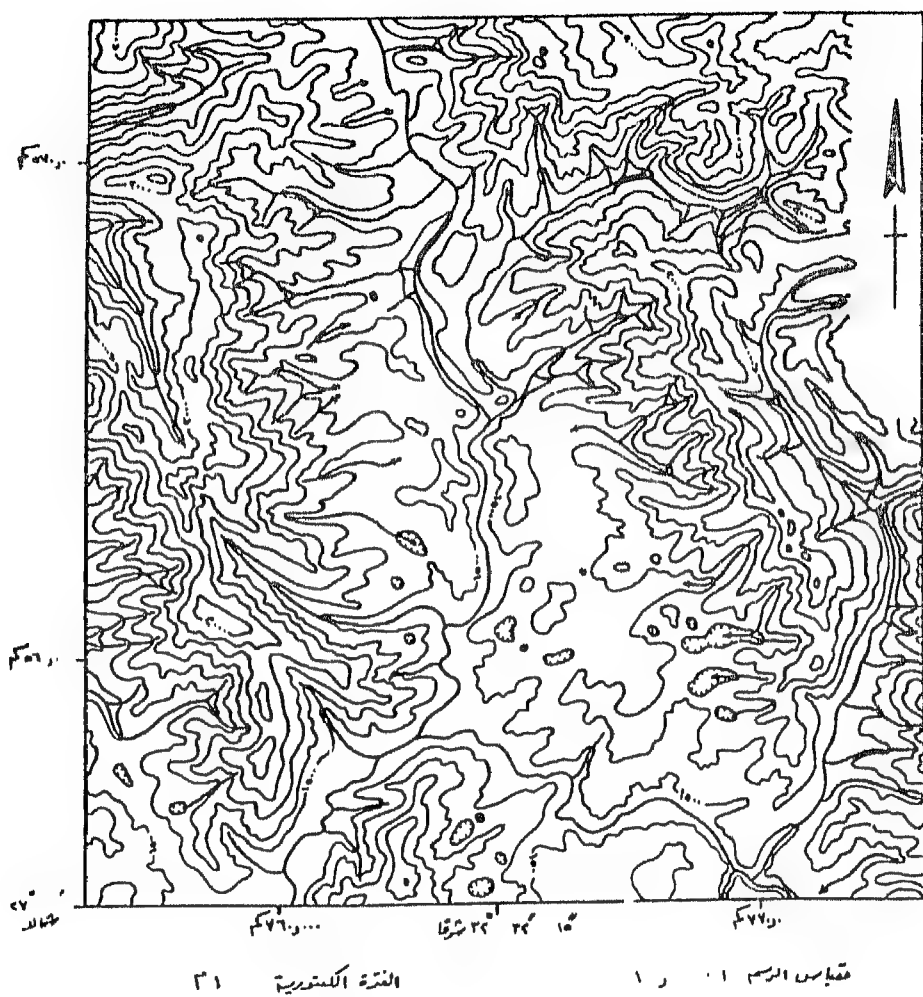
٤ - وضح على الخريطة خط تقسيم المياه بين حوض الوادي الممثل فى الخريطة والأودية المجاورة.

٥ - اكتب وصفاً جيومورفولوجياً مفصلاً للمنطقة، موثقاً بالقطاعات المختلفة التى تراها مناسبة.

٦ - (أ) ماهو إحدائى اللوحة الطبوغرافية التى تعتبر الخريطة جزءاً منها حسب النظام القديم المستخدم فى أطلس مصر الطبوغرافى.

(ب) ماهو إحدائى اللوحة المليونية (مقياس ١ : مليون) التى تقع فيها الخريطة؟

(ج) اذكر إحدائى اللوحة الطبوغرافية حسب النظام المليونى الحديث التى تقع فيها الخريطة.



تمرين رقم (١٨):

ادرس الخريطة الكنتورية التالية ثم أجب عما يأتي :

١ - وضع على الخريطة الشبكة الكاملة للتصريف المائي بالمنطقة (باللون الأزرق).

٢ - وضع على الخريطة خطوط تقسيم المياه الفاصلة بين الأحواض النهرية الرئيسية (باللون الأحمر).

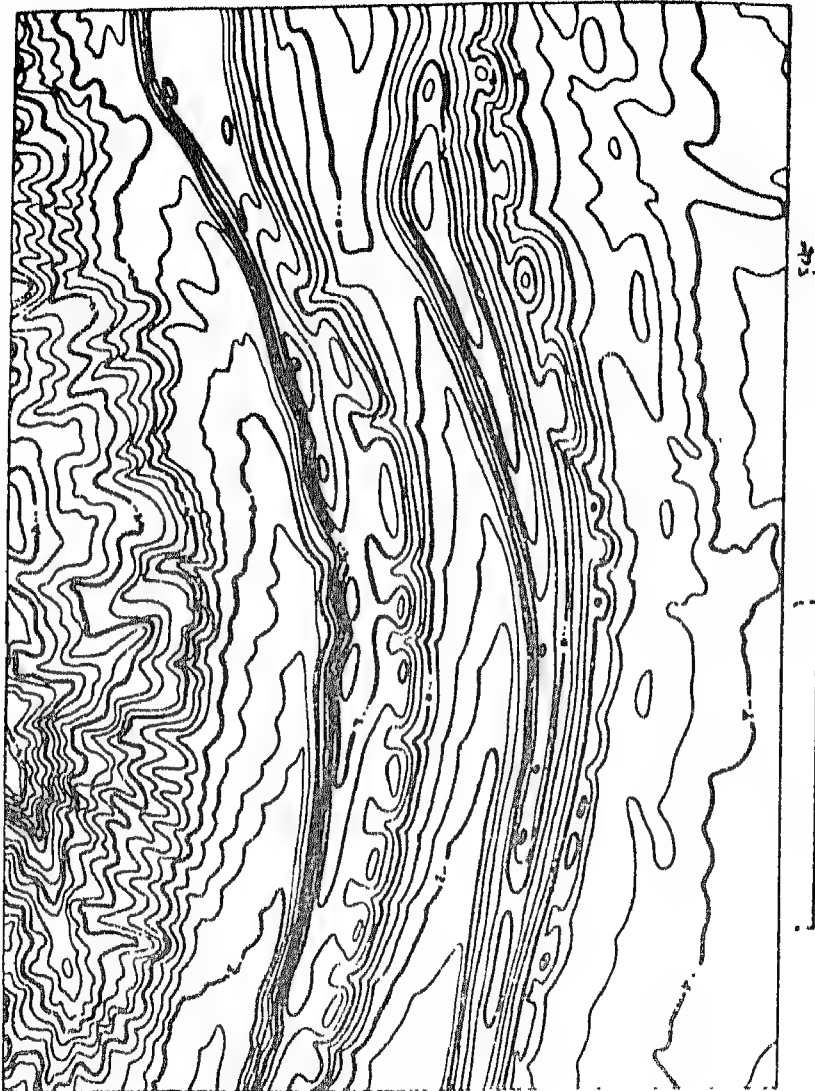
٣ - مانوع نظام التصريف في المنطقة، إذا علمت أن بنيتها عبارة عن طبقات مختلفة المقاومة لعامل التعرية النهرية وتميل نحو الجنوب بزاوية قدرها 30° ؟

٤ - ما قيمة التضاريس المحلية في المنطقة.

٥ - يبين الجدول التالي المساحات بالكيلومتر المربع المحصورة بين خطوط الكنتور، والمطلوب إنشاء منحني هيسومتري للمنطقة :

المساحة بالكم ^٢	المسوب
٠,٠٦	أعلى من ٩٠٠ م
٠,٣٩	٨٠٠ - ٩٠٠
٢,٠٦	٧٠٠ - ٨٠٠
٥,١٧	٦٠٠ - ٧٠٠
٨,٨٥	٥٠٠ - ٦٠٠
٦,٩٤	٤٠٠ - ٥٠٠
٧,٦٢	٣٠٠ - ٤٠٠
٣,٠٠	أقل من ٣٠٠ م
٣٤,٠٩ كم ^٢	إجمالي مساحة المنطقة

- ٦ - هل يمكن رؤية النقطة (أ) من النقطة (ب) ؟
- ٧ - خطط طريق للسيارات يصل بين نقطتي أ ، ب على ألا تزيد نسبة الإنحدار عليه عن ١ : ٢٠ .
- ٨ - اكتب وصفاً جيومورفولوجياً مختصراً للمنطقة .
- ٩ - احسب مقياس رسم الخريطة .



تمرين رقم (١٩) :

تتكون المنطقة الممثلة على الخريطة من طبقات صخرية رسوبية تميل ناحية الجنوب بزاوية صغيرة، وترتكز على صخور نارية. والتتابع الصخري كالتالى :

- جريت .

- حجر رملى طفلى

- حجر جبرى عند قاعدته سمك من الطفل

- حجر رملى

- صخور نارية

وقد شقت الأنهار التى تسير فى إتجاه شرق / غرب أوديتها على طول أسطح الانفصال بين الحجر الرملى والحجر الجبرى. والمطلوب :

١ - أكمل شبكة التصريف المائى على الخريطة.

٢ - تعرف على أنواع الأنهار الآتية، وميز كل نوع منها بلون مختلف على الخريطة :

Subsequent أنهار تالية

Obsequent أنهار عكسية

Resequent أنهار تابعة ثانوية

Insequent أنهار عشوائية

٣ - ماهى الظاهرات الجيومورفولوجية الرئيسية التى تظهر على مكشف الحجر الجبرى بالخريطة ؟

٤ - قارن بين المظهر التضارىسى فى مدى رؤية قدره ٦٠° إلى الشمال وإلى الجنوب من نقطة (ج) .

٥ - ارسم القطاع التضارىسى أ ب . هل يمكن الرؤية بينهما ؟

٦ - ارسم خريطة للتضاريس النسبية (المحلية) للربع الشمالى الشرقى للخريطة المرفقة بطريقة المربعات اللونية.

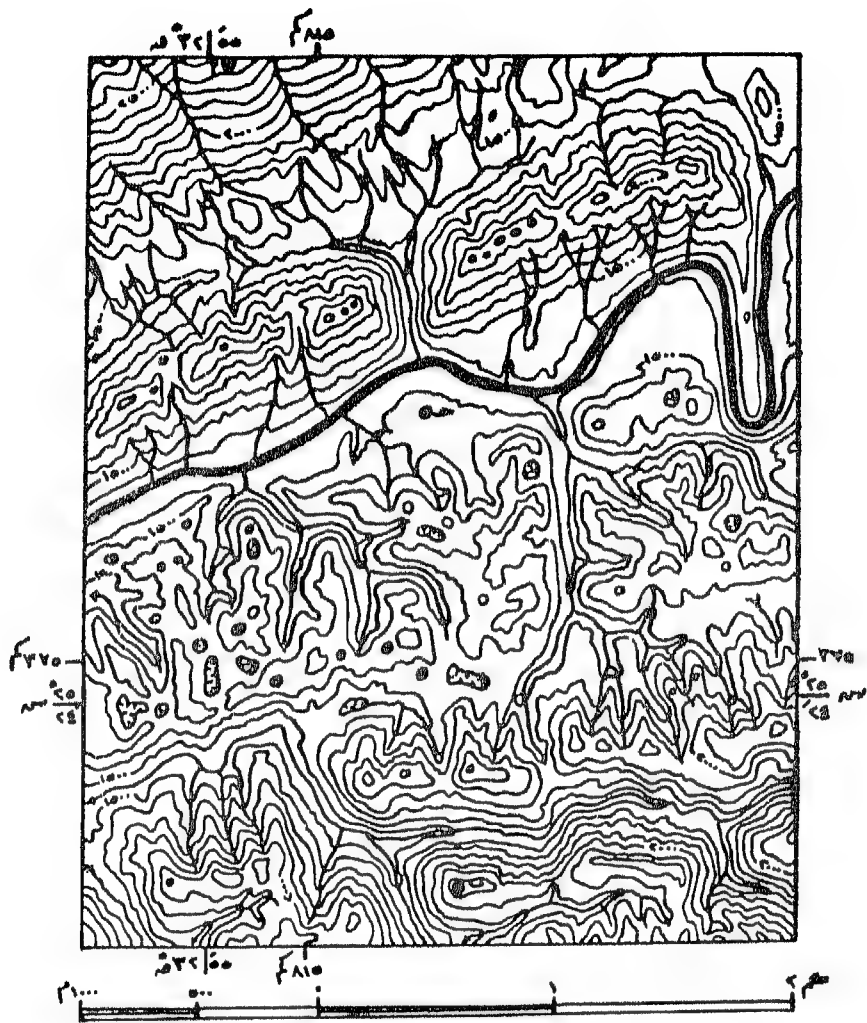
٧ - الخريطة المرفقة جزء من لوحة طبوغرافية مقياس ١ : ٢٥,٠٠٠ من أطلس مصر الطبوغرافى والمطلوب :

أ - ماهو إحداثى اللوحة الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥,٠٠٠ ؟

ب - ماهو إحداثى اللوحة الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ والتي تعتبر اللوحة الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥,٠٠٠ جزء منها ؟

ج - ماهو الإحداثى المحلى الكامل للنقطة (ج) ؟

د - إذا كان إحداثى اللوحة الجغرافية مقياس ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠ التى تضم اللوحة الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ هو NG 36 (أسوان) ، اذكر الإحداثى العالمى الحديث لكل من اللوحة الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥,٠٠٠ المطلوب فى (أ) واللوحة الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠ المطلوبة فى (ب).



الطابعات التتويج

تمرين رقم (٢٠) :

ادرس الخريطة الكنتورية ثم أجب عما يأتي :

١ - ما هو عامل التعرية الذى شارك فى تشكيل سطح أرض المنطقة الممثلة على الخريطة فى الماضى ؟ وما هو العامل السائد فى الوقت الحاضر ؟ اذكر الأدلة على ذلك من واقع قراءتك لخطوط الكنتور.

٢ - ارسم قطاعات طولية للنهر وروافده وعليها القطاعات العرضية الأربعة.



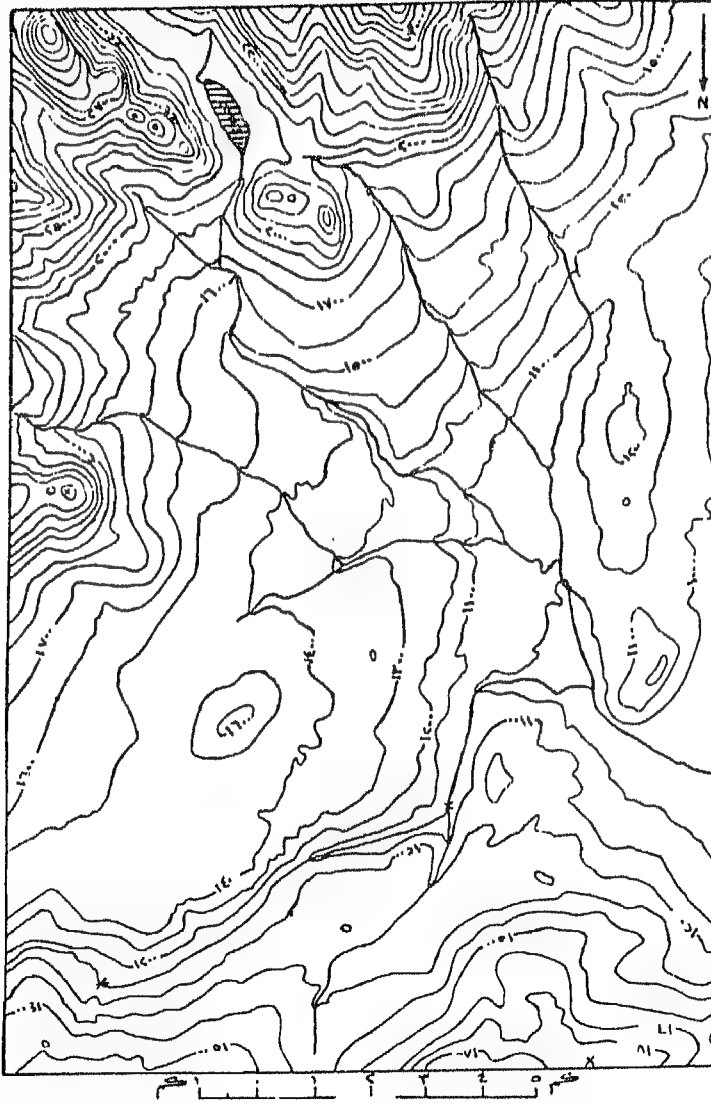
میلونتر ۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰

تمرين رقم (٢١) :

ادرس الخريطة الكنتورية، والمطلوب:

١ - رسم قطاع طولى للمجرى النهري الرئيسى الذى تعترضه بحيرة ولروافده الثلاثة.

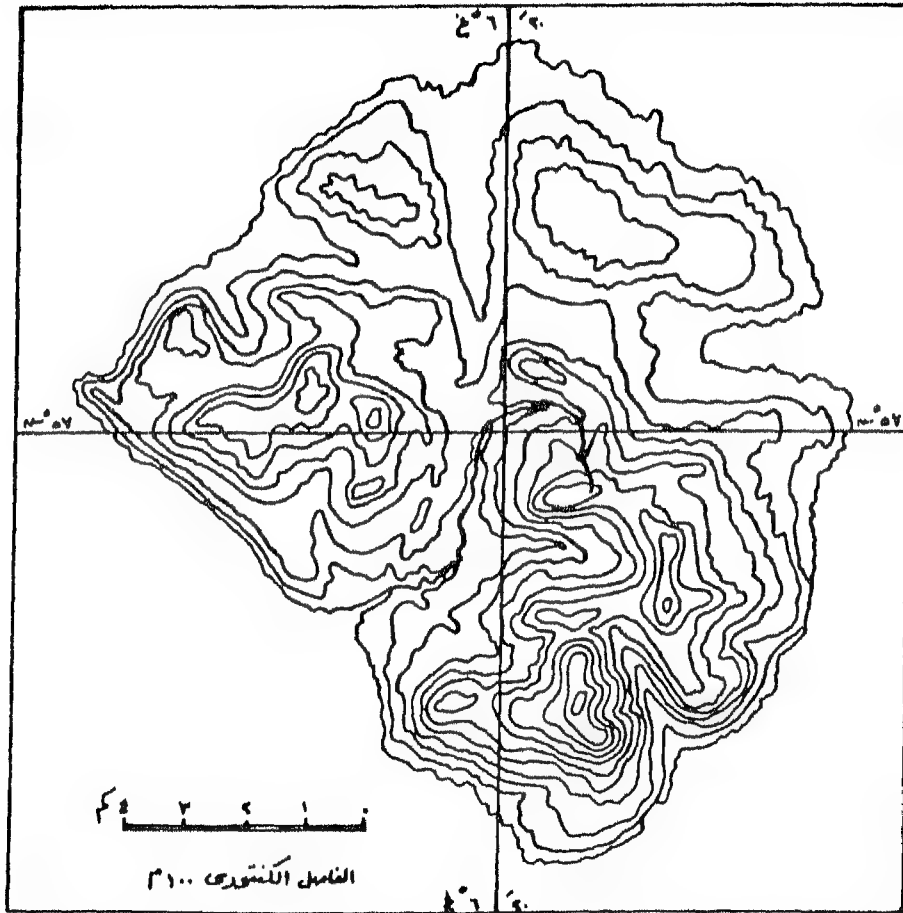
٢ - إنشاء خريطة للتضاريس النسبية للمنطقة بطريقتين مختلفتين.



تمرين رقم (٢٢) :

تبين الخريطة الكنتورية إحدى الجزر البركانية في البحر الأحمر والمطلوب :

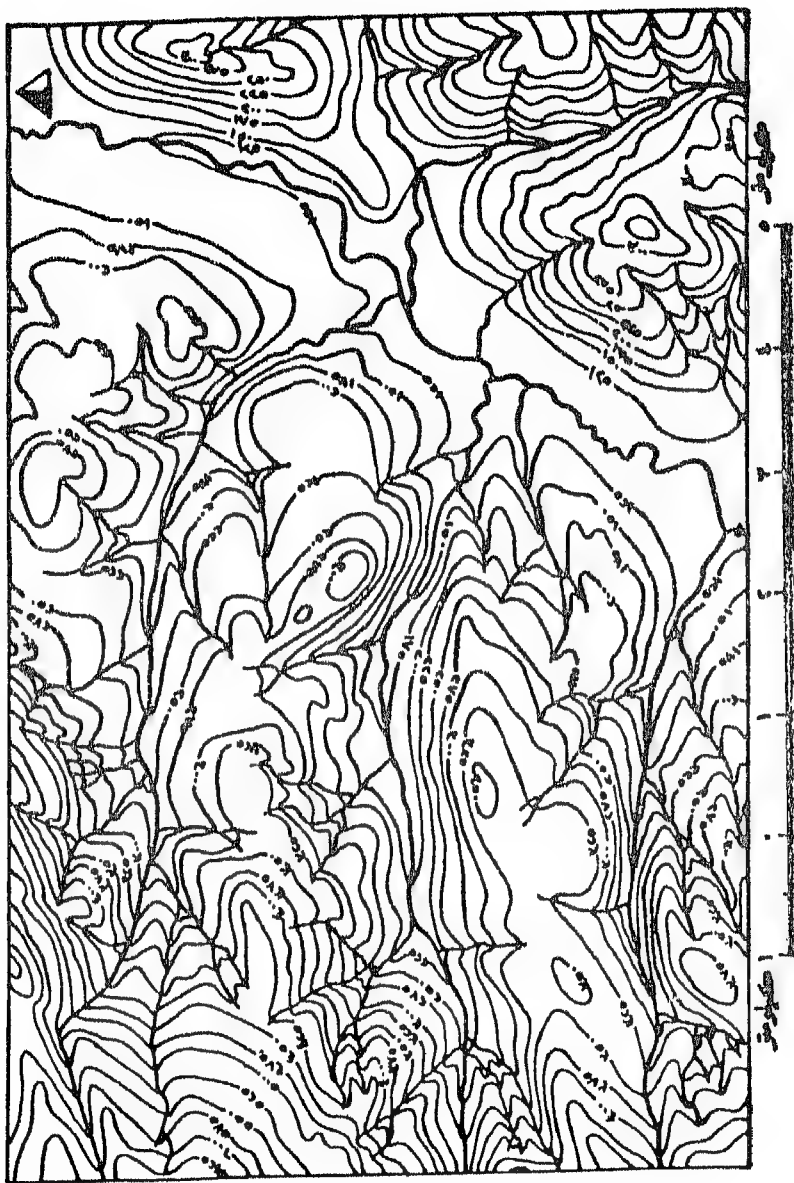
- ١ - إنشاء منحنى هبومتري للجزيرة.
- ٢ - إنشاء منحنى كلينوجرافي بالطرق المختلفة التي درستها للجزيرة.



تصمين رقم (٢٣) :

تبين الخريطة الكنتورية وادياً رئيسياً فى الجهة الشرقية منها، وتنتهى إليه ثلاثة روافد رئيسية تأتى من الجهة الغربية، والمطلوب:

- ١ - إنشاء خريطة كنتور مبسط للجهة الغربية من الوادى الرئيسى بحيث تبقى على الروافد الثلاثة الرئيسية فقط أولاً، ثم خريطة كنتور مبسط أخرى تبين شكل سطح الأرض قبل أن تخطها تلك الروافد الثلاثة.
- ٢ - اكتب فيما لايزيد عن خمسة أسطر وصفاً جيومورفولوجياً للأرض القديمة قبل أن ينشأ عليها الروافد الغربية.

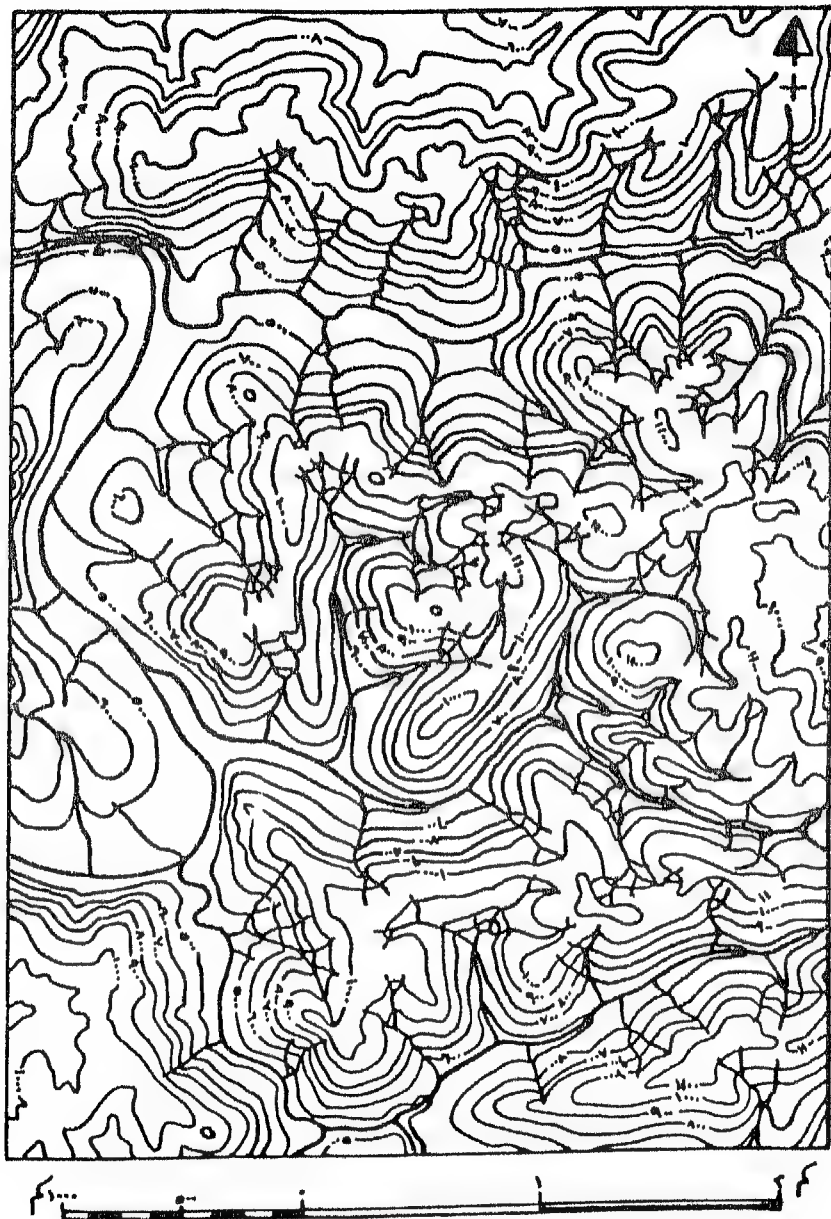


تصمين رقم (٢٤) :

ادرس الخريطة الكنتورية التى تبين جزء من وادى عباد بالصحراء الشرقية ثم
أجب عما يأتى :

١ - ارسم قطاعات متداخلة وأخرى بانورامية وقطاع ثالث مركب للمنطقة فى
إتجاه شمالى / جنوبى ناظراً نحو الشرق بحيث تكون المسافة بين كل قطاع
وآخر فى الطبيعة ٥٠٠ م.

٢ - ارسم هستوجرام التيمترى يلخص مناسيب المنطقة.



تصريح رقم (٢٥) :

يبين زوج الخريطة الكنتورية التالية وادى جليدى والظواهر المرتبطة به،
باستخدام الاستريوسكوبى الجيبى، اكتب وصفاً تفصيلياً للمنطقة التى رأيتها
مجسمة مستعيناً فى ذلك بالخريطة الكنتورية البلانيمترية المرفقة.



مقياس الرسم ١:٦٤,٥٠٠

الماسيب بالقدم



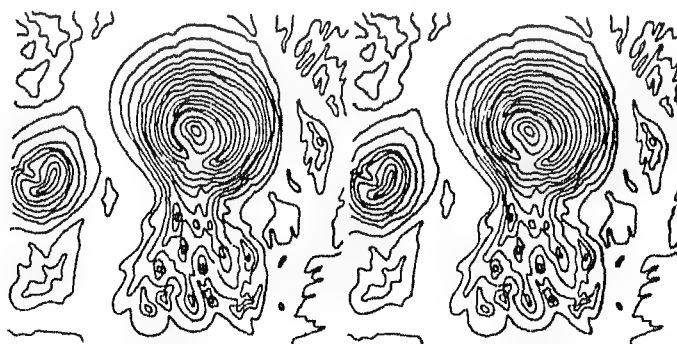
تصمين رقم (٢٦) :-

يبين زوج الخريطة الكنتورية التالية منطقة تأثرت بنشاط بركاني، ادرس تلك المنطقة استريوسكوبياً ثم اكتب وصفاً لها بمساعدة الخريطة الكنتورية البلانيمترية المرفقة.



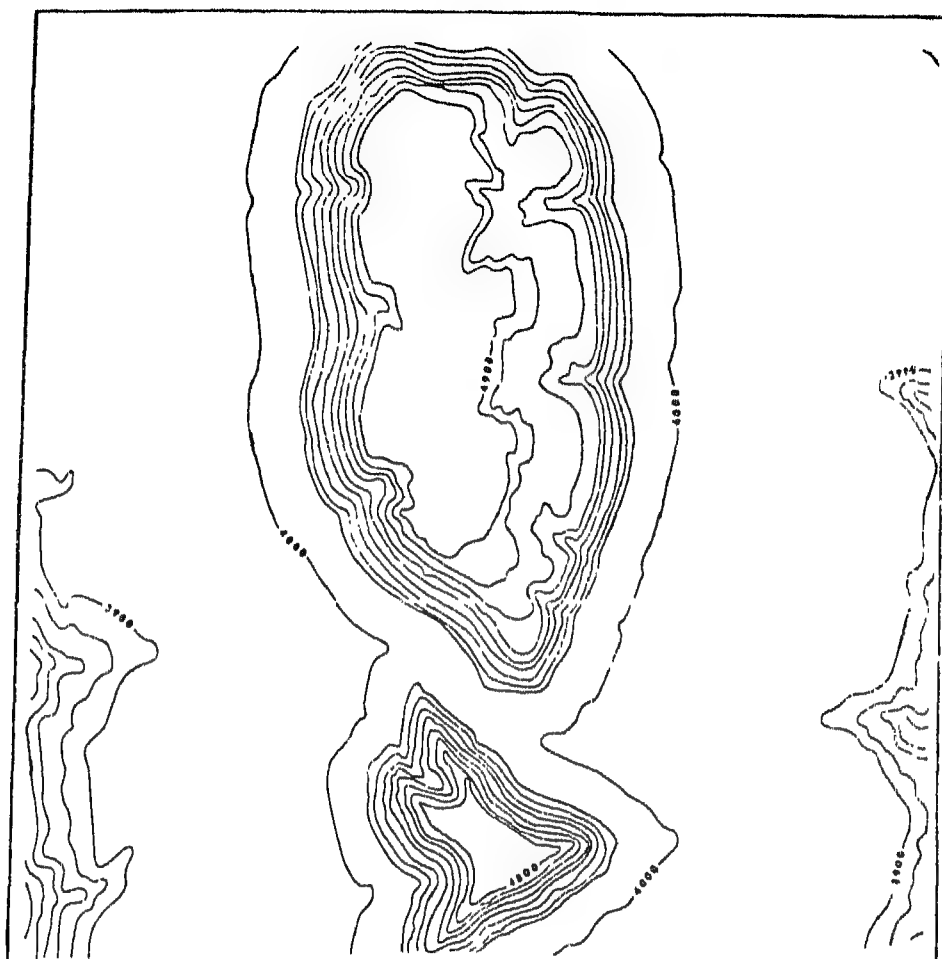
مقياس الرسم ١ : ٥٠٠٠٠

المناسيب بالقدم



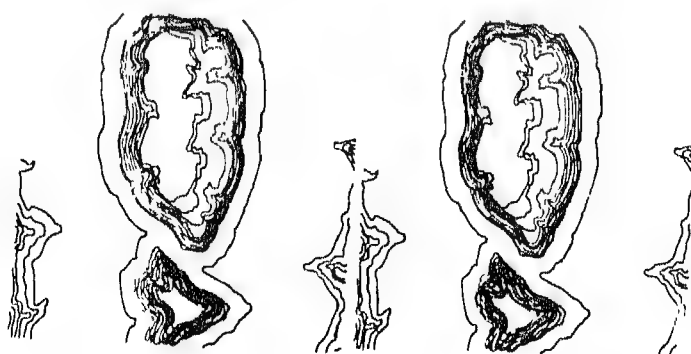
تمرين رقم (٢٧) :

ادرس زوج الخريطة الكنتورية التالية باستخدام الاستريوسكوب الجيبى، ثم اكتب وصفاً تفصيلياً للظاهرة التى تبينها بعد رؤيتها مجسمة وبالاتعانة بالخريطة الكنتورية البلانيمترية المرفقة.



مقياس الرسم ١ : ٥٠٠٠٠

المناسيب بالقدم

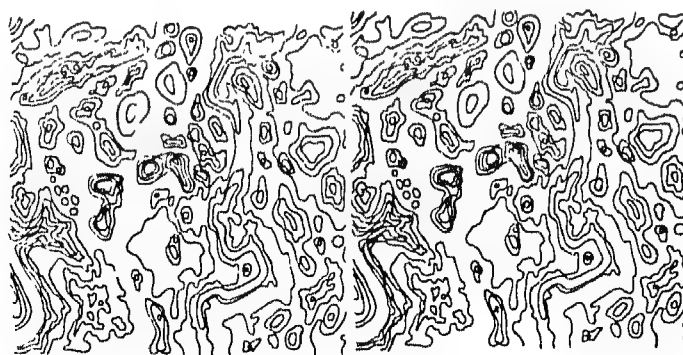


تصريح رقم (٢٨) :

تبين الخريطة الكنتورية البلانيمترية منطقة تتكون من طبقات مميكة من الحجر الجيري يتداخل فيها راقات من الطفل وتسقط عليها كمية مناسبة من الأمطار، لاحظ هذه المنطقة استريوسكوبياً بواسطة زوج الخريطة الكنتورية وتعرف على أهم الظواهر الجيومورفولوجية بها وتصنيف تلك الظواهر.

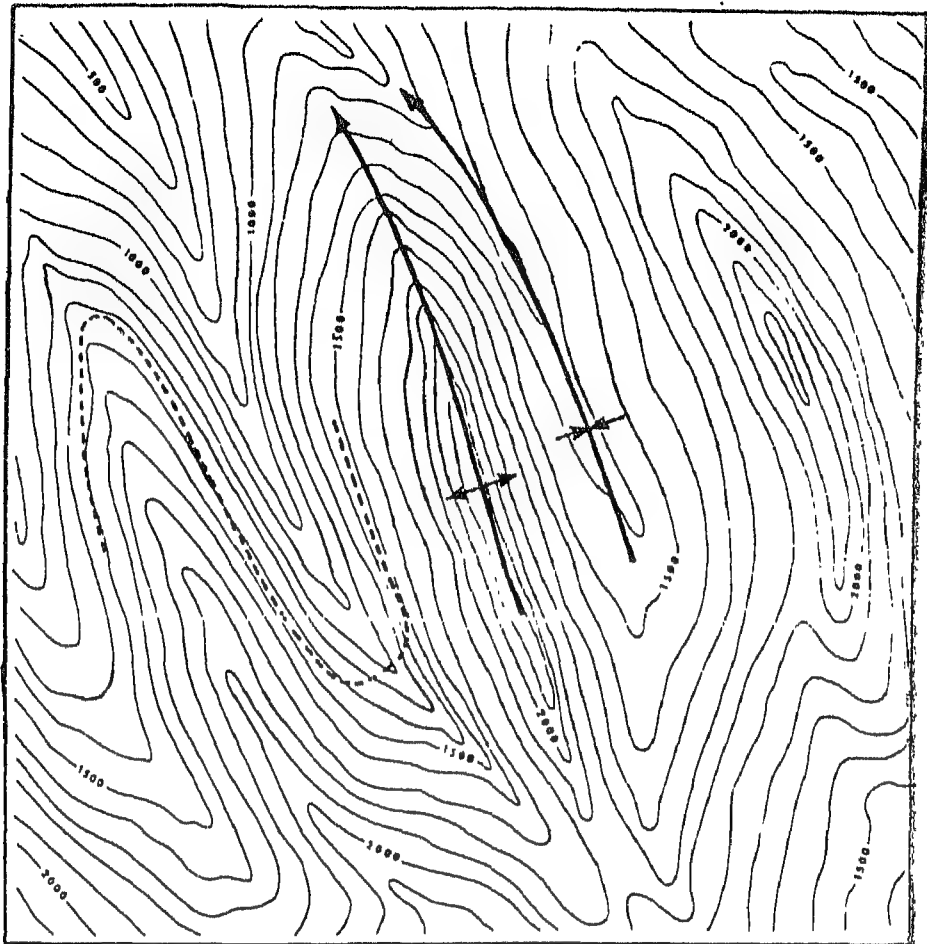


الفاصل اللتورى ١٠ قدم مقياس الرسم ١ : ٥٠٠٠٠



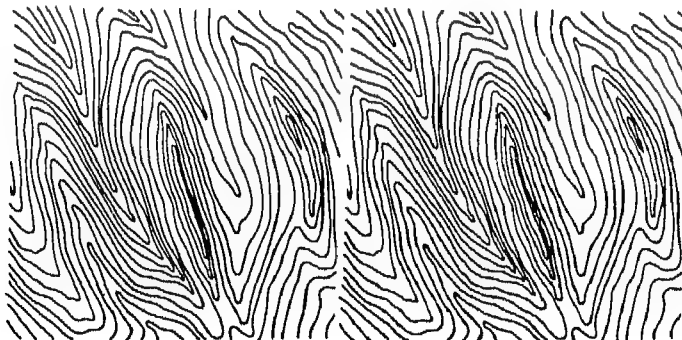
تمرين رقم (٢٩) :

ادرس زوج الخريطة الكنتورية التالية باستخدام الاستريوسكوب الجيبى ، ثم اكتب وصفاً تفصيلياً للمنطقة بعد رؤيتها مجسمة وبلاستعانة بالخريطة الكنتورية البلانيمترية المرفقة.



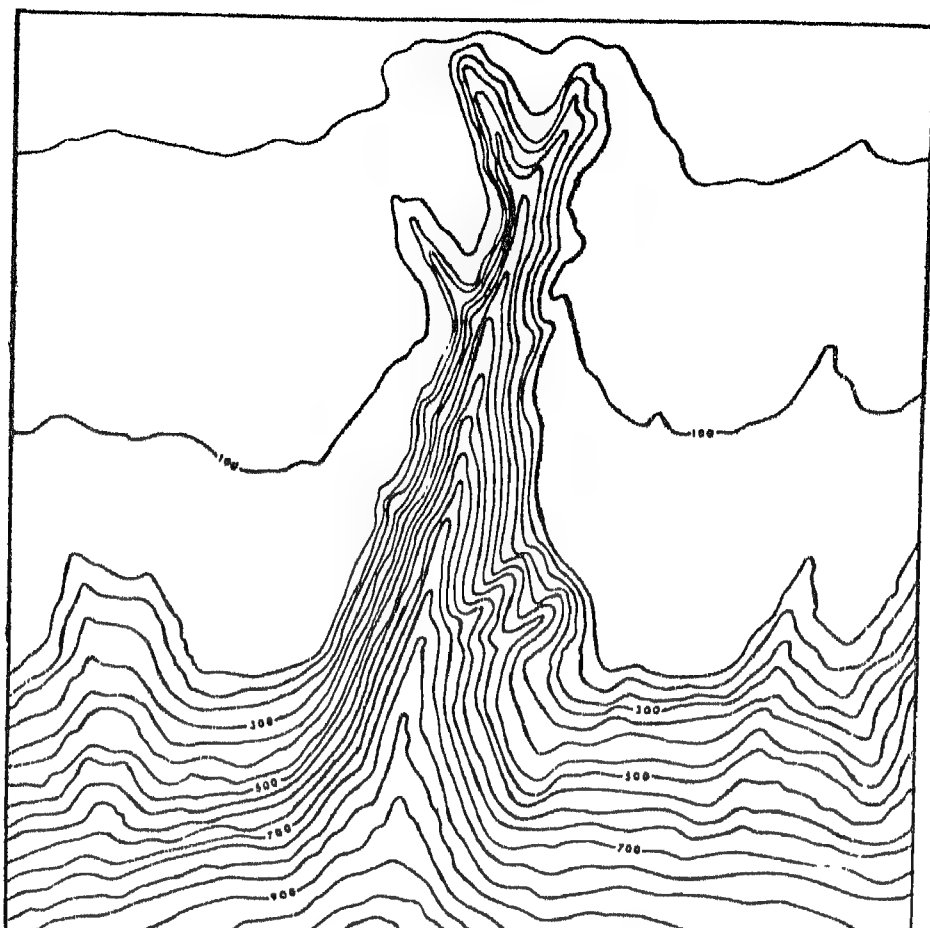
مقياس الرسم ١:٥٠٠٠٠

الفاصل اللتوري بالقدم



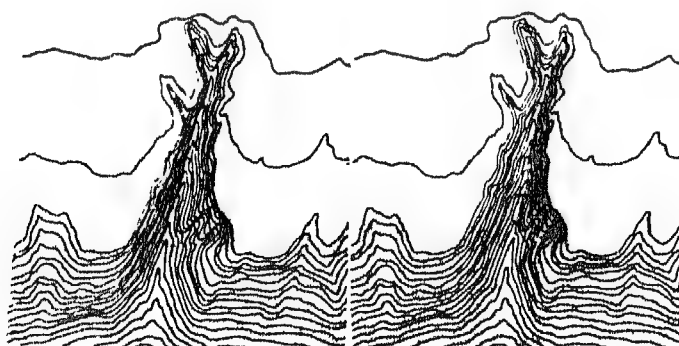
تصمين رقم (٣٠) :

يمين زوج الخريطة الباثميترية التالية ظاهرة الأخاديد البحرية على الأرضفة
القارية، اكتب وصفاً تفصيلياً لهذه الظاهرة بعد دراستها استريوسكوبياً باستخدام
الاستريوسكوب الجيبى وبمساعدة خريطة خطوط الأعماق المتساوية (الباثميترية)
المرفقة.



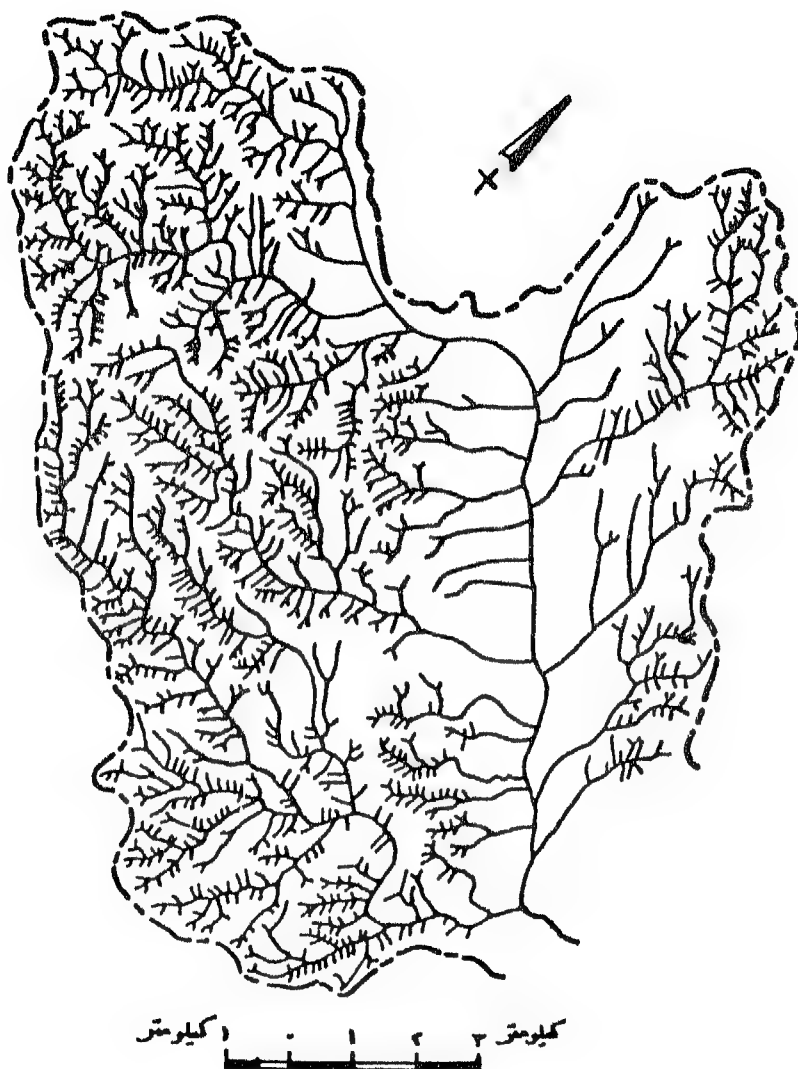
مقياس الرسم ١ : ٢٥٠٠٠

الفاصل البيني ٥٠ قدم



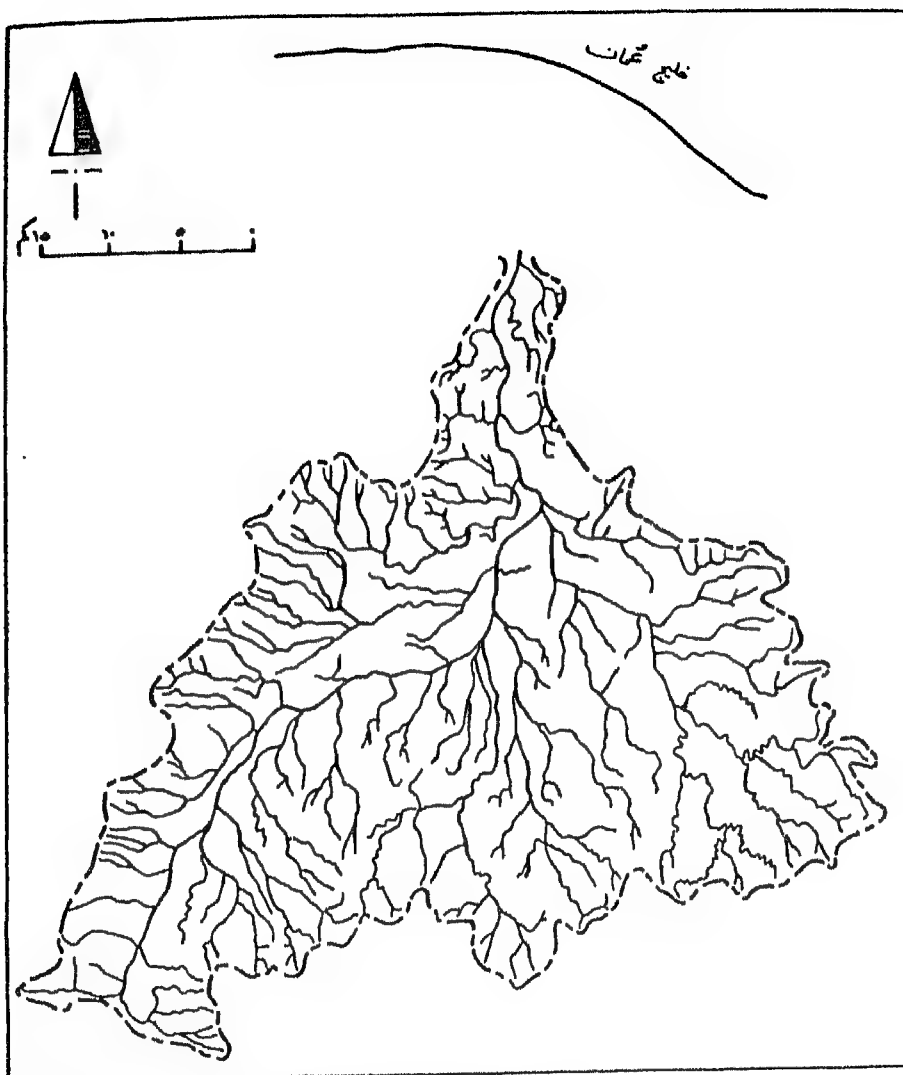
تمرين رقم (٣١) :

- ادرس الخريطة الكنتورية التى تبين جزء من شبكة التصريف المائى لحوض وادى الأوسط بمنطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية ثم أجب عما يأتى :
- ١ - ارسم خريطة تبين الرتب المختلفة للمجارى المائية تبعاً لطريقة شتريلر، وبين عددها فى جدول مناسب.
 - ٢ - احسب نسبة التشعب بين الرتب المختلفة.
 - ٣ - احسب العلاقة بين أطوال مجارى الرتب المختلفة.



تمرین رقم (۳۲) :

تبين الخريطة التالية شبكة التصريف المائي السطحي لحوض وادی سمائل
بسلطنة عُمان، والمطلوب رسم خريطة تبين الرتب المختلفة للمجارى المائية تبعاً
لطريقة شريف وبين عددها فى جدول مناسب.



تصمين رقم (٣٣) :

افحص الخريطة الكنتورية التى تمثل حوض وادى الدومى . ويقع هذا الحوض على الضفة اليمنى لنهر النيل إلى الشمال من إدفو. ويقع هذا الحوض فوق تكوين الطفل المتباين Variegated shale الذى يتكون من طبقات رقيقة متعاقبة من الصلصال السلتي والسلت والحجر الرملى والتى تكاد تكون أفقية إلا من ميل بسيط. يتراوح بين ٠,٥ ، ١ درجة ناحية الشمال الغربى. ويسقط على الحوض كمية مطر سنوى لا تتعدى ٠,٢ سم ولا تسمح بجريان سطحي إلا فى بعض الأوقات الشاذة حيث تبلغ كثافة المطر ٤,٤ سم / الساعة. والمطلوب :

١ - ارسم خريطة تبين الرتب المختلفة لشبكة التصريف فى الحوض تبعاً لطريقة شتريلر، والحق بها جدولاً يبين عدد المجارى فى كل رتبة.

٢ - ارسم على لوحة بيانية نصف لوغاريتمية منحنى يبين تتابع عدد المجارى فى كل رتبة نهريّة.

٣ - احسب نسبة التشعب للحوض.

٤ - احسب متوسط طول مجرى كل رتبة نهريّة بالحوض، وارسم منحنى بيانى يبين العلاقة بين معدل الطول التجميعى للمجارى المائية ورتبتها.

٥ - احسب كثافة التصريف فى الحوض.

٦ - ارسم منحنى بيانى يبين القطاع الطولى النظرى للرتب النهريّة.

٧ - ماهى العلاقة - فى رأيك - بين النتائج التى توصلت إليها فى البنود السابقة والظروف الجيولوجية والمناخية للحوض.



